

INSTITUT DE RECHERCHES GÉOGRAPHIQUES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE HONGRIE

RECHERCHES DE L'ENVIRONNEMENT  
CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT  
URBANISATION ET  
DÉVELOPPEMENT DE L'ENVIRONNEMENT

VII<sup>e</sup> Colloque franco-hongrois de géographie

Édité par

S. Katona - S. Kerekes

BUDAPEST

1981





Institut de Recherches Géographiques de l'Académie des Sciences  
de Hongrie

Elmélet - Módszer - Gyakorlat

23.

RECHERCHES DE L'ENVIRONNEMENT - CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT

URBANISATION ET DÉVELOPPEMENT DE L'ENVIRONNEMENT

VII<sup>e</sup> Colloque franco-hongrois de géographie

Édité par

S. KATONA - S. KERÉKES

Lecteur en langue française

S. STEINBERG

Budapest

1981

I S S N      0139 - 2875      Elmélet - módszer - gyakorlat



# S O M M A I R E

	Page
Avant-propos	
JOURNAUX, A.: La cartographie de l'environnement et de sa dynamique	1
PÉCSI, M. Qualification of physical environmental factors on maps	12
BEAUDET, G. Les approches géographiques des milieux naturels	16
SZILÁRD, J. La cartographie géotechnique et l'avant-projet de construction	25
KATONA, S. L'aménagement de l'environnement humaine dans l'agglomération Budapestoise	32
BORA, Gy. Un modèle technico-économique de régularisation de la qualité de l'eau et ses problèmes d'optimisation	43
DOMOKOS, M. Étude des nuisances apportées à l'environnement par le dépôt de limon rouge provenant de l'industrie de l'aluminium, en utilisant une méthode basée sur la télédétection	60
STEINBERG, J. La cartographie de l'environnement et de sa dynamique en milieu urbain et péri-urbain: sources, méthodes et problèmes /La carte au 1/25 000 du Val-de-Marne/	69
KATONA, S. La région-modèle de protection de l'environnement de Tata	80
KERESZTESI, Z. - RÉTVÁRI, L. Quelques expériences méthodologiques sur l'évaluation du potentiel de l'environnement /D'après les études effectuées dans le comitat Komárom/	98

	Page
BARRERE, P.    Amelioration de l'environnement en milieu urbain: l'exemple du secteur sauvegarde de Bordeaux	118
TÓTH, J. - BAUKÓ, T. - RAKONCZAI, J.    Les problèmes d'économie d'environnement en relation avec le développement régional de la ville-région du Békés central	126
GABERT, P.    Inondations et urbanisation en milieu méditerranéen /exemple: les crues de l'Arc dans le bassin d'Aix en Provence/	147
DÖVÉNYI, Z. - MOSOLYGÓ, L. - RAKONCZAI, J.    Analyses géographiques complexes dans l'Alföld sud-oriental, en vue d'instaurer la protection des sites	164
KERTÉSZ, Á.    Les zones de danger actuel ou virtuel de déflation en Hongrie	173



## AVANT-PROPOS

Dans le cadre de la coopération scientifique-technique franco-hongroise les colloques de géographie entre les deux pays ont une tradition significative bien connue. Le 7<sup>e</sup> Colloque organisé à Budapest en mai 1979 a porté un thème très important à l'ordre de jour. Nous sommes d'avis que les recherches, la cartographie, l'urbanisation et le développement de l'environnement possèdent une importance suprême pour la vie scientifique internationale en premier lieu par suite de leur caractère complexe. Ce fait explique que les partenaires unanimement souhaitent la publication complète de la matière du colloque scientifique réussi au point de vue doctrinal-méthodologique et pratique.

Les participants certainement gardent de bons souvenirs sur les discussions, les échanges de vue et les résultats des excursions riches en expériences suivant la série des communications. Les communications publiées par l'Institut de la Recherche Géographique de l'Académie des Sciences de Hongrie reflètent exactement les résultats obtenus par les chercheurs franco-hongrois dans les sujets variés. Naturellement elles n'ont pas la capacité de refléter les enseignements des discussions et excursions mentionnées.

En publiant ce volume nous voudrions tout d'abord exprimer nos remerciements aux chercheurs franco-hongrois qui - en connaissance des remarques entendues au cours - ont développé leurs communications à donner au public dans cette publication. Nous devons des remerciements aux rédacteurs Sándor Katona et Sándor Kerekes. Le retard survenu est dû à la mort inattendue de M. Kerekes, le collaborateur de l'Institut de la Recherche Géographique. Quant à son dévouement on doit mentionner qu'il a traduit les communications des participants hongrois lui-même. Nous voudrions aussi adres-

ser nos profonds remerciements à M. le professeur J. Steinberg, qui ne ménageant pas ses forces les a révisé de point de vue professionnel et stylistique. Sándor Katona, collaborateur scientifique travaillait en chef dans le programme scientifique du 7<sup>e</sup> Colloque franco-hongrois. C'est grâce à son activité de rédacteur aussi bien u'à celle du Département de Documentation et Cartographique de l'Institut que ce volume - bien qu'en retard - peut être publié.

Nous espérons beaucoup que les articles y voyant le jour représentent à bonne raison les résultats obtenus au cours de la coopération.



## LA CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE SA DYNAMIQUE

André Journaux

La rencontre franco-hongroise de 1979 a comme thème de réflexion l'Environnement. Sans vouloir sacrifier à la mode récente de l'écologie le géographe doit se placer face à ses responsabilités dans un monde changeant et fragile. Car si la géographie se situe volontiers au carrefour des sciences physiques et des sciences humaines et sociales, elle est source de rapprochements et de comparaisons et a pour but final d'expliquer l'Homme et son comportement dans l'espace.

Sans nous attarder à des définitions, notons cependant qu'en français le terme d'environnement remplacé dans le langage géographique celui de milieu. Mais il reste un mot à la mode, chargé d'ambiguïté, souvent confondu avec celui d'écologie, et peu à peu devenu le symbole d'une certaine qualité du cadre de vie, et même tout simplement de la qualité de la vie /dénomination du Ministère français chargé de l'Environnement/.

L'environnement est donc un milieu global, c'est-à-dire un ensemble intégré, où les interactions mettent en jeu constamment des équilibres et des déséquilibres potentiels. L'Homme subit son milieu /son biotope/ mais il influence et modifie son environnement.

Toutes les architectures vivantes, de la cellule à l'écosystème, en passant par l'organisme, les populations et les biocénoses, supposent interactions et équilibre. Équilibre dynamique, non statique, ce qui entraîne réactions et remises en cause continues, sans compromettre l'édifice tout entier.

L'équilibre naturel est un état dans lequel chaque espèce vit et se reproduit, mais qui est limitée dans son expansion par l'existence d'autres espèces en concurrence avec elle pour la conquête de l'espace utilisable et des aliments.

Or, si le milieu naturel subit constamment ces déséquilibres par suite de facteurs cosmiques /variations climatiques, tectoniques, eustatiques/ indépendants des facteurs biologiques, que dire de l'action de l'Homme depuis son irruption sur la Terre, et surtout depuis la prolifération de l'Homo Sapiens, qui modifie volontairement les conditions du milieu en privilégiant un facteur de cet équilibre au détriment des autres?

L'équilibre naturel étant déjà une succession d'équilibres toujours fragiles des forces et des êtres naturels, ces changements perpétuels étaient peu sensibles à l'échelle de la vie humaine et laissaient même croire à une stabilité des milieux. La "somme" des équilibres, en évolution constante, est restée très lente jusqu'à une époque récente.

Mais la démographie, devenue galopante à partir du XXe siècle entraîne aujourd'hui de brusques ruptures d'équilibre: augmentation de 1 à 8 milliards d'hommes en 150 ans, exode rural, concentration urbaine sans précédents.

Bousculant les conditions de vie, dégradant son cadre de vie, menaçant son environnement, l'Homme a cherché une responsabilité hors de lui-même. Certains ont accusé la croissance économique, présentée comme antinomique de la protection de l'environnement. Cette fondamentale contradiction a abouti au fameux plaidoyer pour une "croissance zéro" issu d'une interprétation hâtive du premier rapport du Club de Rome.

Le débat, heureusement dépassionné aujourd'hui, a provoqué l'émergence de concepts nouveaux, tels que ceux d'éco-développement et de nouvelle croissance. La notion d'environnement s'est enrichi de la prise en considération du qualitatif. La société est saisie d'une véritable inquiétude en constatant la dégradation de son cadre de vie. "Jamais, au cours de son histoire, l'Homme n'aura été aussi fort et aussi armé dans ses techniques; mais jamais aussi l'équilibre de son milieu naturel n'aura été aussi évidemment et profondément menacé" /Valéry GISCARD d'ESTAING, 29 Octobre 1975/.



C'est pourquoi nos sociétés occidentales ont dégagé peu à peu, en grande partie du fait de l'environnement, des notions de "nouvelle croissance" et de "nouvel ordre économique mondial". Il n'y a plus de contradiction entre "croissance" et "qualité de la vie". Certes "la croissance devra composer avec l'écologie, à condition que l'écologie n'excommunie pas la croissance /P. MACE/.

Le pari d'une nouvelle croissance réussie passe par le respect de l'environnement et la gestion du patrimoine. Mais l'économie de l'environnement ne doit pas être myope: elle travaille pour le demi-siècle ou le siècle qui suit. Ainsi la première priorité est-elle de prendre la mesure de l'irréversible: ne pas léguer aux générations futures une situation bloquée, tout ceci découlant d'une solidarité diachronique des générations. La vraie solidarité consiste donc à leur léguer un milieu de vie intact et le plus vivant possible: un sol non dégradé de l'air pur, de l'eau en abondance, des milieux non perturbés.

Pour réaliser un tel programme, quel peut être l'apport des géographes? "Vivante", "appliquée", "utile", "volontariste", la géographie s'est parée tour à tour de ces qualificatifs flatteurs pour attirer l'attention des pouvoirs publics sur son originalité, et reconquérir dans l'enseignement et la recherche une place jugée trop étroite. Grâce à la prise en considération de l'environnement, on redécouvre la géographie: l'air, l'eau, le sol, la démographie, l'activité des hommes.

Insistant sur le fait que les espaces naturels sont de plus en plus réduits sur notre planète, le géographe aide à la saisie des faits nouveaux tels que la transformation des paysages ruraux et la création d'un milieu urbain original. Il ne s'agit plus d'une science naturelle, mais de rapports dynamiques entre l'Homme et le milieu ambiant. Si les facteurs naturels ne sont jamais exclus, ils sont souvent altérés. Alors interviennent les données de lieu et d'espace qui sont d'essence essentiellement géographique.

C'est ainsi qu'on prend à nouveau en considération la diversité des situations géographiques, et que le droit à la différence apparaît dans les situations économiques ou démographiques, réhabilitant le concept de localisation. C'est ainsi également qu'on se soucie davantage de l'espace, qui est sans doute le bien le plus précieux, parce qu'il n'est pas extensible! Il faut apprendre à préserver les options pour l'avenir et harmoniser les vocations multiples d'un même territoire. Aménager le territoire, c'est l'un des buts de la géographie volontaire.

Alors la gestion du milieu, de l'espace et des ressources conditionne la réussite des stratégies d'harmonisation d'objectifs économiques et sociaux, en évitant la gaspillage, fléau de notre temps.

Grâce à une meilleure connaissance de l'environnement, dans son état actuel, mais également dans une perspective dynamique, on prépare de meilleurs lendemains à l'humanité. Car on assiste, actuellement, à un nouveau droit individuel, celui de vivre dans un milieu physique et social permettant l'épanouissement de la personnalité.

X X X

Les géographes peuvent-ils apporter une contribution originale à la compréhension et à la défense d'un environnement menacé?

Oui, parce que les "milieux géographiques" sont l'objet même de leur spécialité; parce qu'ils sont à la charnière du physique, de l'humain et du social; surtout parce qu'ils possèdent un mode d'expression qui complète les langages littéraire et mathématique, celui de la cartographie.

Les cartes de l'environnement sont de nouveaux documents réalisés à partir de données souvent dispersées dans différents services administratifs, mais dont la juxtaposition ou la superposition suscite réflexion et parfois décision. Science des



problèmes de voisinage et d'espace vécu, l'environnement est par essence interdisciplinaire, et les cartes qui en résultent doivent débusquer les dangers potentiels et indiquer les progrès à réaliser. Sans pouvoir être généralisées tout de suite, elles s'élaboreront dans un premier temps pour des milieux fragiles: versants instables, littoraux menacés, zones inondables, forêts malades ou incendiées, eaux, air ou sols pollués, périmètres de croissance urbaine ou aires de protection à créer, etc.

Il est évident que toutes les données ne sont pas cartographiables, notamment ce qui est subjectif ou sentimental, intervenant pourtant directement dans l'appréciation qualitative de l'environnement /par exemple, les éléments retenus dans le classement d'un site ou d'un paysage/.

Mais il en est d'autres qu'on peut facilement appréhender, mesurer et traduire cartographiquement: par exemple tout ce qui fait la richesse des cartes topographiques, marines, géologiques, géomorphologiques, pédologiques, climatiques, hydrologiques, et des cartes des formations superficielles, de la végétation, de l'utilisation du sol, etc. Il faut y ajouter les Atlas régionaux, qui présentent la somme des connaissances régionales sous forme de planches thématiques.

La plupart de ces cartes traduisent les faits par des symboles ou des signes ponctuels. Quelques unes cartographient, sous un même signe ou une même couleur, des aires délimitées par quelques paramètres dont la combinaison est significative /par exemple, les cartes pédologiques, dont chaque couleur peut définir un type de sol caractérisé par sa position topographique, la succession des horizons, leur texture et leur aptitude à la rétention de l'eau/.

On peut, de même, élaborer des cartes d'écosystèmes, intégrant de nombreux paramètres appartenant à la biosphère, en particulier le biotope définissant le milieu physique, et la biocénose le milieu vivant.

Et ce dernier exemple est particulièrement propre à nous rappeler qu'il s'agit de systèmes dynamiques, à l'intérieur desquels les espèces vivantes sont à la fois productrices et consommatrices dans le cadre des chaînes alimentaires. Les grands écosystèmes sont généralement stables à l'échelle humaine, sauf graves perturbations dues à des phénomènes naturels /activité solaire, éruption volcanique, inondations/ ou à l'action de l'Homme /pollutions des eaux, destruction des sols et des espèces animales, etc./.

Nous voici donc confrontés à une nouvelle difficulté en cartographie: traduire le dynamisme des éléments qui constituent l'environnement. Outre la recherche graphique, permettant de rendre un mouvement, une tendance, une transformation spatiale ou temporelle, /et dont les cartes de Basse-Normandie donnent des exemples/ les problèmes plus difficiles à résoudre de limites dans l'espace et le temps posent en fait ceux de l'échelle et de la répétitivité des observations.

L'échelle est en général imposée par le but à atteindre: l'analyse de l'environnement urbain exige une technique adéquate adaptée à l'échelle d'un quartier /1/25 000, voire 1/10 000 ou 1/2 000 pour les exemples de la Région Parisienne et de Bruxelles/ différente de celle d'une unité rurale ou d'une région complexe /la Basse-Normandie au 1/50 000 par exemple/

L'échelle sera également différente dans une région industrialisée et fortement peuplée, et dans un pays en voie de développement hors des zones urbaines /ou l'échelle pourra atteindre 1/250 000/.

L'échelle devra nécessairement varier selon l'intention de l'aménageur du territoire: rénover un centre urbain, protéger un parc naturel, lutter contre l'ensablement au Sahel ou les feux de brousse en savane.

La répétitivité des observations permettra de saisir la tendance de l'évolution des composants de l'environnement. Si la cartographie traduit déjà la dynamique des phénomènes ob-



servés depuis 15 ou 20 ans et autorise une projection raisonnable pour les 10 ans à venir, il est néanmoins indispensable de contrôler le sens et la vitesse des transformations afin de les accentuer, de les freiner ou éventuellement de les contrarier.

Mais de quels moyens doit-on disposer pour effectuer cette révision nécessaire? levés traditionnels d'après les données statistiques administratives, contrôlées sur le terrain, ou utilisation des photos aériennes et de la télédétection? deux approches bien différentes par leur conception et les résultats obtenus, et dont les champs d'application doivent maintenant être précisés.

X X X

La cartographie traditionnelle, telle qu'elle a été pratiquée par exemple en Basse-Normandie, a nécessité des enquêtes et des relevés de documentation dans les services administratifs, des mesures complémentaires de débit des rivières ou de pollution, des contrôles sur le terrain appuyés sur l'interprétation des photographies aériennes, des comparaisons entre des situations distantes d'une quinzaine d'années d'après deux missions aériennes. Tout ce travail, facile à réaliser par des géographes, a précédé le dessin d'après une légende établie et discutée sur échantillons à l'échelle du 1/50 000.

L'impression a été réalisée sous deux formes: soit en dix couleurs sur une même feuille; soit une feuille en 7 couleurs pour les données relativement stables de l'environnement, et un calque en 4 couleurs pour les éléments les plus changeants, cette dernière forme présentant une petite difficulté de lecture, compensée par le grand avantage de pouvoir facilement actualiser les éléments les plus dynamiques de la carte.

Les données de l'environnement représentées sont la topographie et la toponymie /en gris/, l'hydrographie et l'hydro-

logie fluviatile ou maritime /en bleu/, les données climatiques /en blanc/, les espaces bâtis /en orange/, les espaces labourés /en marron et les espaces verts: formations herbacées /en vert émeraude/ et formations arbustives et arborées /en vert bleu/. Ainsi l'air, l'eau et le sol sont-ils représentés par sept couleurs, mais pour certaines d'entre-elles en deux nuances: une nuance claire pour les phénomènes anciens, une nuance foncée pour les plus récents, c'est-à-dire apparus postérieurement à une certaine date. En Normandie, l'année 1962 a été choisie comme référence, disposant d'une série de photographies aériennes, permettant de connaître avec précision l'état de l'environnement à ce moment-là, qui coïncide par ailleurs à la fin de la reconstruction d'après-guerre et au début de l'expansion urbaine.

L'aspect dynamique apparaît donc très clairement puisque la nuance foncée dans l'orange indique les constructions nouvelles, le marron foncé les mises en labour récentes, et les verts foncés les formations végétales de moins de 15 ans.

Par un système de bandes alternées /par exemple marron foncé et vert clair/, on peut également indiquer la progression des cultures sur les prairies permanentes, les landes ou les forêts: en Basse-Normandie, les étendues ainsi délimitées traduisent un changement notable dans le paysage, le maïs ayant progressé aux dépens des prairies permanentes.

Sur document séparé, il a été possible de cerner certaines zones, d'en calculer la surface, ou de mesurer quelques données intéressantes: c'est ainsi qu'on a pu préciser que les versants instables représentaient près du quart de la surface de la feuille de Honfleur, que les constructions occupaient de 50 à 100 % du littoral, et que les résineux s'étaient étendus de 8 %, tandis que le maïs avait conquis près du tiers des prairies permanentes au cours des 15 dernières années. Sur le calque /qui accompagne le document de base en dont les éléments évoluent lentement/, ont été cartographiées les dégradations de la terre, de l'eau et de l'air /en rouge, en lilas et en violet/, modifi-



cations parfois naturelles, mais la plupart du temps provoquées par l'Homme. On y perçoit très précisément la nature des dégradations ou des pollutions /mécanique, physique, chimique, bactériologique/, leur étendue, leur intensité, mais aussi les sources de ces pollutions /usines, décharges, stations d'épuration fonctionnant mal/, espérant ainsi attirer l'attention des pouvoirs publics sur les nuisances les plus criantes à éliminer.

Enfin la couleur noire a été attribuée sur la carte aux travaux de défense et d'amélioration de l'environnement, que ce soient contre les dégradations naturelles /lutte contre l'érosion, drainage, reboisement/, ou contre les dégradations provoquées par l'Homme /tout-à-l'égout, station d'épuration industrielle ou communale, aire de protection des zones de captage d'eau, filtres contre la pollution des eaux ou des fumées d'usines/, ou enfin pour la protection des monuments ou des espaces naturels.

Notons que tout au long de ce travail, et particulièrement pour les dégradations, il n'est pas dans l'intention des auteurs de la carte de porter des jugements de valeur ou des appréciations personnelles, mais de traduire cartographiquement des seuils officiels de pollution, les servitudes, les modifications profondes du paysage, ou les dangers évidents révélés par la localisation de certaines sources de pollution /notamment les odeurs et le bruit/.

Cette cartographie traditionnelle, indispensable même avec l'emploi de moyens plus sophistiqués, présente des avantages et des inconvénients. Avantage dans la précision, chaque phénomène, aussi limité en étendue soit-il, peut être identifié et représenté sur la carte par un symbole. Avantage dans le prix de revient: une équipe de deux enquêteurs et d'un cartographe, soit trois personnes, peut réaliser complètement trois cartes en une année, soit en moyenne une carte pour quatre mois de travail, et ceci sans matériel coûteux.

Par contre, l'inconvénient majeur est une certaine durée nécessaire à la saisie de données qui peuvent manquer /en particulier les débits ou les taux de pollution des rivières/. Cette lenteur peut également être ressentie au niveau de l'actualisation des données et de l'établissement d'un nouveau calque. Mais tout compte fait, nous constaterons que c'est, et de loin, le moyen le plus économique.

X X X

La télédétection par photographies aériennes et par images de satellites apparaît aujourd'hui comme le moyen le plus rapide de connaître et de suivre l'évolution de l'environnement.

Mais dans l'état actuel de la technique, les images LANDSAT /appelées auparavant ERTS/ n'ont pas une résolution au sol suffisante, dans des régions urbaines ou rurales densément occupées. La tache élémentaire qu'il est possible de discerner /Pixel/ est un rectangle de 29 x 57 mètres. A l'échelle du 1: 50 000, beaucoup d'imprécisions demeurent, notamment pour les cultures et les prairies. Par contre, les forêts sont bien analysées: les divers types de résineux et de feuillus apparaissent clairement sur les exemples de Normandie et des Vosges.

D'autres informations intéressant la dynamique de l'environnement sont saisies par d'autres capteurs, grâce aux images du radar porté sur avion à 11 000 mètres et qui explore les ondes centimétriques, et surtout à l'infra-rouge thermique porté par les satellites NOAA à 1 500 km.

Mais en France un grand programme spatial est en cours d'élaboration. Un satellite appelé SPOT /Satellite Polyvalent d'Observation de la Terre/ sera opérationnel en 1984. Conçu spécialement pour l'évaluation des ressources, l'utilisation du sol et la prévision des récoltes il participera d'une manière générale à la mise à jour des grands inventaires, grâce à des résolutions de 20 m et même de 10 m. On conçoit l'intérêt de



de cet équipement pour l'étude de la dynamique de l'environnement, surtout à petite échelle ou sur de vastes surfaces.

Il n'empêche que toute exploitation des données satellitiques est grandement facilitée par la connaissance préalable du terrain à surveiller. Et, en tout état de cause, dans des pays fortement peuplés ayant besoin d'une cartographie à grande échelle, certaines mesures, telles que l'extension et le type de constructions, les pollutions bactériologiques, le bruit ou les petites travaux de défense ne peuvent être détectés qu'au sol.

Ainsi, les deux méthodes d'approche en vue de l'établissement d'une cartographie de la dynamique de l'environnement ne sont donc pas concurrentielles. Conçues pour des échelles aussi différentes que le 1/2 000, le 1/50 000 et le 1/1 000 000, elles donnent chacune des images différentes et complémentaires de notre environnement, et répondent au besoin d'en connaître, avec précision, la dynamique.

## QUALIFICATION OF PHYSICAL ENVIRONMENTAL FACTORS ON MAPS

Márton Pécsi

Environmental considerations are taken into account during preliminary planning for urban development and before the implementation of renewal programs.

Planning must be supplemented by the analysis of a great number of environmental factors and the study of only relief and foundation problems is indeed adequate. Geographers appraise how a town and its various functional units fit into the physical surrounding and coexist in their environment. Geographical studies deal with land utilization and environmental conflicts. A reconstruction of the original physical environment is necessary, if we wish to evaluate its present potentials. A series of maps devoted to the evaluation of physical ecological factors in urban environments enable us to assess the quality of land utilization, or detect overuse.

A short description of a possible approach to land qualification on maps is presented in this paper. The main ecological factors, and their spatial differentiation are depicted on these maps.

The first stage in our methodological approach to the qualification of the ecological factors of the physical environment was to select 7 main groups<sup>x</sup> of factors:

1. Relief potentials
2. Surface lithology
3. Mineral resources
4. Dominant climatic factors

---

<sup>x</sup> A qualification of land use types has also been undertaken simultaneously by another project.



5. Surface and groundwaters
6. Soil types
7. Natural vegetation.

A detailed discussion of each group of factors would take up considerable time, so we would like to outline in brief, the first group, the relief types.

As a first step, the relief forms depicted on a general relief map of the country /scale 1:100 000/ are classified into different types /e.g. relief forms on plains, hills, mountains, or plateaus, crests, ridges, slopes, valley floors etc./. Relief forms are then listed according to their relative height and degree of dissection. Taking into consideration possibilities of agricultural land utilization the relief forms and types on our list are rearranged according to a scale of values ranging from 9 - 0. The highest value /9/ was allotted to undissected flood-free surfaces or forms on plains, these are best suited for both agricultural land use and for building constructions. The different hilly and mountainous form types are classified into values of decreasing order depending on the increase of their relative relief, slope angle, degree of dissection, valley density. The forms classified into these 9 categories of values are then depicted on maps. During the process of mapping forms are reevaluated and a further loss of value for an individual form category is possible e.g. a denuded slope segment prone to sliding has a lower value than a stable denuded slope segment. The loss of value is also valid with increasing slope category.

In order to be able to carry out the above outlined relief classification it is necessary to draw the map of the orographic forms of relief, a map of relative relief, a map of slope categories, and the geomorphological map should also be consulted so that the dynamic processes acting on the present-day surface could be assessed /e.g. changes of the channel bank, soil erosion due to deflation etc./.

The other ecological factors /groups of factors/ of the physical environment are evaluated by a similar method.

According to our suggestions each of the above mentioned physical-ecological factors should be depicted first on general maps /scale 1:100 000/ suitable for national planning purposes. For smaller regions in special cases large-scale maps /1:10 000 or 1:25 000/ can be constructed.

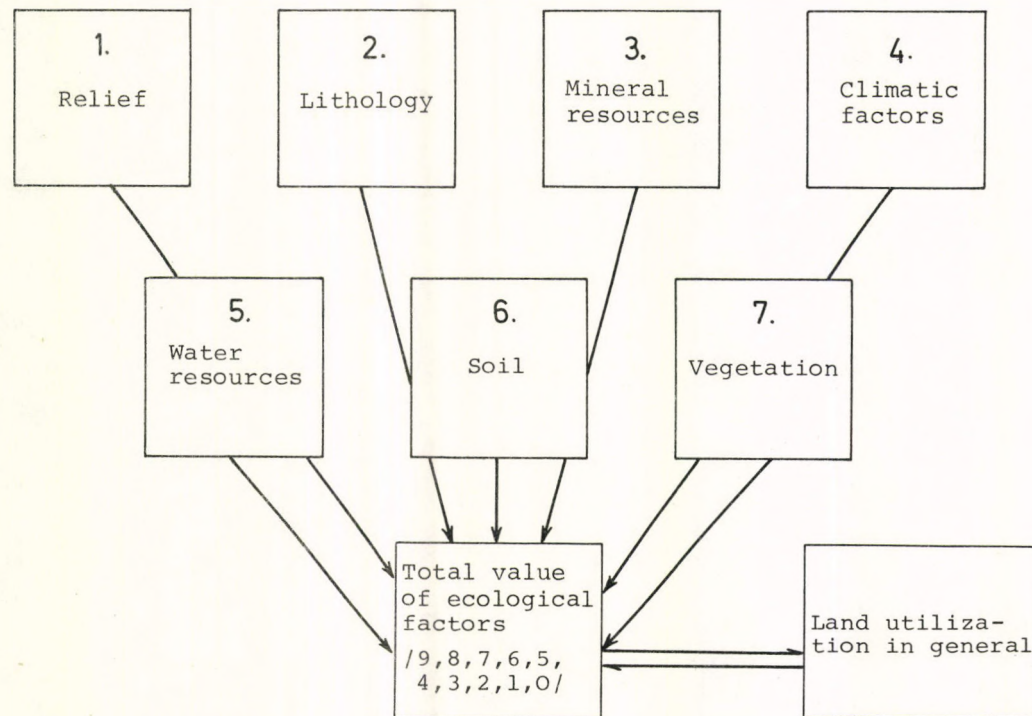
On land qualification maps the ecological factors are drawn occupying mosaic-like smaller or larger patches. Depending on the purpose of evaluation various agricultural regions, rayons, or production sites etc. can thus be delimited.

In our view, maps based on the above outlined approach should prove suitable for the determination of the present and past social and economic utilization of physical-ecological capacities and potentials and also provide a prognostic evaluation for the future.

The above outlined concept is at an initial stage of research and there is a need for a further elucidation of the production oriented economic evaluation of the main group of factors constituting the geographical environment.



Model for the qualification of physical environmental factors on maps;  
each factor is classified on a scale from 9--0



## LES APPROCHES GEOGRAPHIQUES DES MILIEUX NATURELS

G. Beaudet

Les disciplines géographiques spécialisées s'intéressant aux milieux naturels - géomorphologie, climatologie, hydrologie, biogéographie - ont défini depuis parfois longtemps leur champ d'étude, leurs méthodes et leur langage. Par contre l'approche "globale" des milieux naturels en est encore à ses débuts: les méthodes sont dissemblables, sinon franchement opposées, et aucun langage commun ne s'est encore imposé.

Pourtant, il s'agit /ou il devrait s'agir/ là d'une préoccupation fondamentale des géographes, à condition toutefois que l'on ne mutile pas la géographie en la définissant uniquement comme une science sociale. Ce souci d'appréhender les milieux dans leur totalité et leur répartition spatiale est probablement ce qui caractérise le mieux la géographie par rapport aux autres Sciences de la Nature, et ce, en quoi elle leur est le plus utile. En outre, cette approche globale des milieux se justifie d'autant plus que certaine tendance récente de la géographie humaine, délaissant quelque peu les études de flux et les modèles chers à la "nouvelle géographie", vise à réhabiliter la notion de paysage. Enfin comment les géographes se désintéresseraient-ils de cette approche globale à une époque où il est bon ton d'afficher des préoccupations "écologiques", de se soucier de l'environnement et de se sentir concerné par l'aménagement du territoire?

### LES DIFFICULTES DE L'ENTREPRISE

Le manque d'un vocabulaire adéquat est un premier obstacle. Il existe bien quelques descriptions globales des milieux naturels qui, par la puissance d'évocation et la qualité de l'ob-



servation, témoignent que la géographie peut être à la fois, et pleinement, une science et un genre littéraire noble. Mais comment espérer que tous les géographes aient le talent d'un Humboldt ou d'un Raoul Blanchard? De toute manière, de telles descriptions, pour précieuses qu'elles soient, ne peuvent servir de bases à des comparaisons systématiques, à des analyses fines ni, bien sûr, à l'élaboration de cartes.

Le langage populaire contient quelques mots véritablement synthétiques qui prennent en compte à la fois les traits physiques majeurs du paysage et l'empreinte qu'y a laissé l'homme; en français, "causse", "garrigue" et "maquis", par exemple, possédaient originellement cette puissance d'évocation proprement géographique. Mais, là encore, ces termes vernaculaires ne peuvent se prêter à des comparaisons ou à des analyses. En outre, ils ont souvent été détournés de leur sens premier par les travaux scientifiques, qui leur ont accolé une signification génétique spécialisée ou encore les ont réduits à des désignations purement régionales.

Par ailleurs, le fait de superposer à propos d'une même aire géographique les acquis et la terminologie des diverses spécialités de la géographie physique et des disciplines voisines ne suggère guère mieux le paysage global. Qui pourrait prétendre qu'une phrase telle que par exemple: "le revers du crêt de calcaire jurassique, supportant des sols bruns et des rendzines et recevant 800 mm d'eau pure par an, est vêtu d'une chênaie transformée partiellement en taillis par l'homme..." évoque un paysage réel, les interactions qui lient les diverses composantes du milieu et la dynamique particulière de ce paysage?

En fait, comme pour toute science, il s'agit de créer un langage propre qui permette donc à la fois de rendre compte de la totalité du paysage, d'analyser ses constituants, d'atteindre les interactions et d'en montrer la dynamique.

Autre difficulté: la maîtrise d'échelles spatiales et temporelles très dissemblables. Les géographes savent utiliser et

élaborer des cartes d'échelles différentes à condition que l'objet traité soit thématique. Mais en ce qui concerne les milieux naturels, la difficulté est de prendre en compte à la fois des phénomènes d'extention spatiale aussi dissemblable qu'un ensemble de relief et une modification locale de la formation végétale, par exemple. Cela impose au géographe de sérier les niveaux d'observation, d'étudier les milieux en tant que hiérarchie d'ensembles et de sous-ensembles, et enfin de mettre au point une méthode cartographique synthétique.

Par ailleurs, les différentes composantes des milieux naturels n'évoluent pas au même rythme. Les masses du relief ne se modifient qu'à l'échelle de la durée géologique et les modèles mettent souvent plusieurs milliers d'années à se transformer; en regard, les cycles biologiques de la végétation et les variations saisonnières de l'écoulement son quasi instantanés. Si l'étude des milieux naturels ne se borne pas à une simple description statique, mais prétend aussi montrer leur dynamique, elle doit prendre en compte ces décalages d'échelles chronologiques.

Comme toute entreprise scientifique, l'étude intégrée des milieux naturels doit aussi déboucher sur un ensemble d'hypothèses explicatives. Or, la géographie physique et les disciplines voisines disposent de telles hypothèses, mais malheureusement ces dernières sont sectorielles, concernant seulement des aspects fractionnés des milieux: relief et modelés, sols, associations ou formations végétales, écoulement de l'eau... L'étude intégrée des milieux se doit précisément de dépasser ces vues partielles, et c'est bien toute la difficulté. En définitive, quatre séries de causes rendent compte de l'aspect de la répartition et de la dynamique des différents milieux: l'énergie solaire, le bilan et la circulation de l'eau, la pesanteur et l'activité animale. Logiquement, l'étude des milieux naturels devrait donc s'appuyer sur des séries de mesures et d'observations concernant ces causes, d'ailleurs en grande par-



tie interdépendantes. Il faudrait aussi mettre en évidence et mesurer les innombrables transferts de matières, dresser des bilans échelonnés dans le tems... Pour cela, beaucoup de temps et des investissements massifs de tous ordres sont nécessaires. Il est malheureusement évident que tels efforts ne peuvent être consentis que de manière exceptionnelle.

Enfin, on ne saurait réduire les milieux naturels aux espaces vierges de toute incursion humaine. L'homme fait en effet partie de la Nature et son intervention - même majorée par la technologie - doit être prise en compte par l'étude des milieux. Cela suppose que le géographe qui étudie globalement les milieux puisse comprendre les motivations économiques, technologiques et sociales de l'intervention humaine, non seulement dans le présent, mais aussi dans le passé, car en bien des régions de la planète le paysage "humanisé" a commencé de se mettre en place dès le Néolithique. Des mécanismes purement physiques ou biologiques à la sociologie historique: tel est le champ immense des investigations du géographe soucieux de décrire et de comprendre les milieux et les paysages.

#### DIFFERENTES VOIES DE RECHERCHES

La plupart des géographes français ont délaissé ce genre d'études et ont préféré s'en tenir à des recherches plus étroitement sectorielles. Cependant, il est utile de dresser rapidement un tableau critique des tentatives les plus sérieuses faites en ce domaine par des géographes français.

Diverses études stationnelles ont été entreprises dans différentes régions. Beaucoup ont échoué ou n'ont pas donné les résultats escomptés faute de moyens ou faute de pouvoir installer à demeure une équipe de chercheurs et de techniciens susceptibles de procéder à des relevés réguliers et à une exploitation "en continu". Les recherches de F. MORAND, entreprises depuis plus de dix ans, ont au contraire abouti à la mise sur pied, au Nord

de Paris, à proximité de Laon, d'une véritable station de mesures et d'expérimentations. Sur un espace réduit, les relevés micro-climatiques sont poursuivis régulièrement, le développement de la végétation systématiquement examiné et l'érosion superficielle mesurée. La dynamique des milieux est particulièrement étudiée à travers les mesures hydriques, qui permettent maintenant de bien reconstituer les variations fines du bilan et de la circulation de l'eau. Il est évident qu'il s'agit là d'une voie de recherche prometteuse puisqu'en quelque sorte le milieu est étudié "de l'intérieur", à travers son fonctionnement. Il est cependant regrettable que la synthèse - au moins provisoire - de ces travaux ne soit pas encore faite. Et surtout, il est dommage que le coût de l'installation et du fonctionnement ne permette pas d'envisager de multiplier de telles stations dans une large gamme de milieux échelonnés du domaine intertropical aux hautes latitudes et étagés sur les reliefs majeurs des différentes bandes bioclimatiques zonales.

Une autre approche des milieux naturels consiste, dans une aire bien déterminée, à procéder à des relevés systématiques /thématiques ou globaux/ en vue d'une exploitation statistique grâce à l'ordinateur. Les travaux de JL. MERCIER et de J.C. WEIBER illustrent parfaitement ce genre d'approche des milieux. Dans les deux cas, il s'agit d'observations très précises faites à une maille déterminée. Ces fiches étant collectées régulièrement, elles sont ensuite exploitées par des programmes d'ordinateur afin de fournir des images statistiques des corrélations /et non des relations causales/ à partir surtout d'analyses factorielles. Dans ce cas, la réalité géographique est étudiée à travers ses composantes mais, par définition, les relations causales n'apparaissent pas et la description du paysage est rejetée ou parcellisée.

Il est évident qu'une telle approche montre bien les corrélations pente /dynamique superficielle, microphotographie/ activité biologique ou encore état piézométrique du sol/évolu-



tion superficielle. Mais le milieu n'en est pas mieux décrit pour autant et certaines interrelations qui l'expliquent ne sont pas envisagées. En outre, le problème se pose de savoir s'il ne s'agit pas là, quelquefois, de pétitions de principe: les milieux étudiés étant d'abord subjectivement choisis, il est évident que l'analyse en retrouve les traits fondamentaux qui les a fait choisir, rendant ainsi grâce au "flair" du géographe.

La notion de géosystème provient de la géographie soviétique, habituée aux grands espaces homogènes. En France, G. BERTRAND et ses collaborateurs ont acclimaté cette notion. Le milieu naturel est alors envisagé comme constitué d'ensembles /les géosystèmes/ qui se composent en une hiérarchie de sous-ensembles /géotopes, géofaciès/ jusqu'à la plus petite unité homogène possible. Chaque niveau de la hiérarchie est caractérisé par la nature et la répartition de ses composantes /pente, sol, végétation, circulation hydrique etc./ qui déterminent son aspect et surtout par sa dynamique orientée, par exemple, vers la stabilité ou au contraire vers la modification rapide.

Il est bien évident que cette approche des milieux est la plus satisfaisante, intellectuellement parlant. En effet, elle intègre à la fois, dans un système hiérarchisé, la description, le fonctionnement des mécanismes, les interrelations et l'orientation de la dynamique de l'ensemble, ce qui rend l'avenir prévisible si aucun facteur nouveau n'intervient dans le système.

Mais, pour que la méthode soit pleinement utilisée, elle devrait s'appuyer sur une grande quantité de relevés systématiques poursuivis pendant le laps de temps le plus long possible. Or, compte tenu des moyens limités dont dispose le géographe, ces relevés ne peuvent, la encore, qu'être ponctuels et insuffisants. Si bien que la détermination des systèmes ne s'appuie trop souvent que sur des critères physionomiques, voire même sur une sorte d'intuition qui est le fruit de l'expérience. A la limite, faute d'informations suffisantes concernant les fac-

teurs et les mécanismes, cette méthode pourtant si séduisante, risque de déboucher sur une logomachie stéréotypée qui n'avance guère l'étude du milieu.

Récemment est apparu en Côte d'Ivoire une méthode d'approche résolument originale des milieux tropicaux. Présentée en ce qui concerne la Géographie par J.F. RICHARD et J.C. FILLERON, elle s'inspire largement des travaux pédologiques de Y. CHATELIN et d'études botaniques faites dans le même esprit.

Cette méthode est d'abord fondée sur l'emploi d'un langage transdisciplinaire constitué de racines d'origine grecque désignant les divers corps naturels /matériaux pédologiques et géomorphologiques, matière organique morte, grands types phytionomiques et évolutifs de végétaux, etc.../. A l'aide d'une batterie de préfixes et de suffixes, ces diverses racines sont agglomérées de manière hiérarchisée en mots plus ou moins longs selon la finesse du diagnostic que l'on désire atteindre; par leur place dans le "mot" ainsi formé, ces racines indiquent les proportions relatives des différents corps naturels dans les volumes considérés.

L'analyse est d'abord entreprise au niveau de la plus petite unité homogène /le géon/ et se fait en prenant en compte successivement le sous-sol, le contact sous-sol/atmosphère/en gros, les horizons Al et Ao des pédologues/ puis le volume occupé par les organes aériens des plantes, chacune de ces "strates" pouvant être subdivisée en sous-ensembles. Chacun des volumes ainsi reconnus voit sa structure caractérisée par un "mot" composé, l'assemblage de ces "mots" donnant une image globale de l'ensemble. Les différents géons ainsi étudiés sont ensuite regroupés en ensembles spatialement plus étendus, d'abord des "segments" puis des "séquences", ces dernières étant généralement ordonnées par la topographie.

Cette méthode résolument novatrice /et d'abord déconcertante, il convient de l'avouer/ présente nombre d'avantages. Le langage transdisciplinaire, qui délaisse volontairement le



vocabulaire spécialisé de toutes disciplines en cause, permet à tout observateur connaissant la règle du jeu de décrire l'ensemble des phénomènes, quelle que soit sa formation originelle. Par ailleurs, la méthode à sa traduction cartographique immédiate; les changements d'échelle se faisant de manière automatique selon la plus ou moins grande finesse des diagnostics retenus. En outre, ce langage est une sorte de code pouvant être utilisé tel quel pour une exploitation statistique. Enfin, la méthode originellement conçue pour la savane et la forêt dense, peut être vraisemblablement utilisée pour d'autres milieux, à condition de renouveler le stock des racines nécessaires à l'élaboration des "mots".

Cependant, d'inspiration nettement structuraliste, cette méthode s'en tient à la description rationnelle des volumes dont la superposition constitue le milieu naturel. Délibérément, elle rejette toute explication causale et ne s'intéresse donc pas aux mécanismes du milieu. Par répétition, elle permet bien de suivre l'évolution du milieu /et même de la prévoir/ mais elle ne fournit pas de renseignements directs concernant le fonctionnement de ce milieu. La démarche scientifique est donc incomplète.

Au total, aucune des méthodes envisagées n'est pleinement satisfaisante. Force est bien de reconnaître que l'appréhension globale des milieux /dans leur physionomie, leurs facteurs de causalité, leurs interrelations, leur dynamisme et leur évolution sans oublier l'intervention humaine/ est pour l'instant encore impossible.

Cette impuissance, que l'on espère seulement provisoire, tient tout d'abord au trop petit nombre de chercheurs concernés, du moins en France. Elle tient aussi à la trop grande modestie des moyens disponibles qui, pour l'instant, limitent de manière draconienne le nombre des périmètres d'observation équipés et des relevés systématiques, empêchant ainsi de progresser réellement dans l'étude des mécanismes.

En outre, une certaine attitude intellectuelle de bien des géographes est en cause. En effet, nombre d'entre eux se veulent être des "hommes-orchestres" qui pratiquent non seulement les disciplines proprement géographiques, mais aussi les disciplines voisines /géochimie, pédologie, phytoécologie, histoire rurale, ect./. Il est bien évident qu'un seul individu ne peut maîtriser l'ensemble des spécialités concernées par l'étude des milieux. Si cette étude est indubitablement une démarche géographique, le géographe doit avoir une certaine spécialisation /sans oublier son point de vue fondamental de la répartition spatiale/ et doit chercher dans la collaboration avec les spécialistes des disciplines voisines un surcroît d'efficacité. Il est vrai que le découpage traditionnel des disciplines et leur cloisonnement aussi bien dans l'Université que dans les organismes de recherche ne facilite pas une telle collaboration.

Quelles que soient ces insuffisances, il est cependant nécessaire que l'étude globale des milieux progresse. Il s'agit là probablement du problème central de la géographie, de l'identité même de la discipline. Plus généralement, il s'agit aussi des fondements d'une véritable écologie humaine.



## LA CARTOGRAPHIE GÉOTECHNIQUE ET L'AVANT-PROJET DE CONSTRUCTION

Jenő Szilárd

Dans le cadre de la géographie les géomorphologues s'occupant de la genèse et des caractères des formes superficielles ont, au cours des quinze dernières années, non seulement progressé dans l'étude scientifique de cette discipline, mais, pour faire face aux nécessités techniques et économiques de la société, ils ont développé également ses aspects pratiques.

La cartographie thématique ainsi que la cartographie géomorphologique appartiennent à ceux-ci; la recherche et la cartographie géotechnique constituent l'un des éléments les plus importants de cette pratique. C'est en effet la partie organique du travail facilitant l'avant-projet de construction et un appoint important de la cartographie géologique de construction comportant une dizaine ou une quinzaine de variables coordonnées, soutenue financièrement et déterminée dans les "Principes directeurs" par l'Office central de Géologie. La série complexe de cartes mentionnées, élaborées par les divers spécialistes /géologues, géomorphologues, hydrologistes, ingénieurs/ contient toutes les informations exigées par le projet de construction. Mais les cartes géotechniques faites par cet ensemble de travaux offrent non seulement des données analytiques, spécialement utiles dans le cadre mentionné par la présentation et la mise en évidence des données du relief favorables ou non du point de vue de la construction, mais elles sont de même des facteurs dont on ne peut se dispenser pour la rédaction des autres variables géologiques de construction, en premier lieu pour la délimitation spatiale précise des données lithologiques et hydrogéologiques.

La cartographie géotechnique n'a pour ainsi dire pas de précédents littéraires, même à l'étranger. En Hongrie, l'oeuvre pilote et fondamentale de M. PÉCSI académicien, directeur de l'Institut des Recherches Géographiques, est d'une importance primordiale en tant que première synthèse théorique et méthodologique aussi bien dans ses études que dans ses cours photocopiés parus il y a quelques années.

Pour la légende de la cartographie on a fait même plusieurs variantes /M. PÉCSI - GY. HAHN 1966; E. BUCZKO 1966; GY. SCHEUER 1968; "Principes directeurs" par l'Office central de Géologie 1971; F. SCHWEITZER - J. SZILÁRD 1978/.

Quelles sont les tâches les plus importantes de la cartographie géotechnique, et par quelles méthodes et quels contenus les résultats de la recherche seront-ils représentés?

L'importance de l'influence du relief, élément constitutif le plus important du milieu naturel, sur les autres facteurs de l'environnement et par cela sur l'activité technique et de construction ou sur les bâtiments devient déjà de plus en plus évidente de nos jours même en dehors des spécialistes des sciences de la Terre et des disciplines voisines.

Du point de vue de l'avant-projet, voire même de la stabilité ou de l'exploitation des bâtiments, il est d'une importance décisive et c'est en même temps la tâche principale de la géomorphologie de l'ingénieur que de dégager, si les formes du relief ont atteint au cours de leur évolution l'équilibre dynamique durable ou en cas contraire, en quel état de stabilité elles se trouvent. Il est important, surtout par rapport à la dernière éventualité de connaître et de mesurer dans quelle mesure les processus de mouvements morphologiques tiennent aux changements de chaque composante des facteurs naturels et notamment sous quelles conditions les mouvements brusques peuvent entrer en jeu. Mais, pour que la géomorphologie de l'ingénieur puisse fournir un pronostique sûr une tâche qui reste à faire en fonction des lois générales du déplacement de la matière, est de mettre au



jour les conditions et les circonstances produisant la fréquence des processus de l'évolution du relief.

Il est indispensable en outre d'étudier et d'évaluer les processus et les formes récentes modélant la surface de la Terre, en particulier les interactions entre l'activité anthropique et l'environnement naturel.

La cartographie et le travail de recherche - quoiqu'ils ne puissent être privés des méthodes d'analyse de la géomorphologie traditionnelle - en diffèrent par leurs buts, leurs objectifs et leurs méthodes.

En cartographie géotechnique les données obtenues à partir des examens détaillés des matériaux, des essais de terrains, des calculs et des mesures sont indispensables.

La série de cartes présentant les résultats du travail de recherche dispose actuellement déjà d'une légende commune qui fut préparée en 1975, tout en réévaluant et complétant le matériel publié dans les "Principes directeurs" par le KFH /Office central de Géologie/.

La légende commune ne suit pas pour autant les principes généraux du groupement génétique des formes du relief, mais elle établit surtout des catégories dans l'ordre de grandeur, distingue des groupes de macro-, méso- et microformes. Les caractéristiques de la forme et les mesures des méso- et microformes seront représentées sur la carte avec une insistance particulière. Notamment pour les surfaces inclinées, plusieurs signes servent à représenter la constitution passée, récente et future ou la prévision des conditions d'équilibre dynamique des pentes. Des signes bien visibles attirent l'attention, sans égard à l'ordre de grandeur, sur les formes de relief et les processus qui rendent difficile l'implantation des établissements, la rendent coûteuse ou bien mettent en danger leur existence. Tels sont entre autres les traits épais indiquant les bords abrupts, les dénivellations importantes, les signes de microformes d'effondrement des étendues de loess et des régions karstiques ou

sur les versants les symboles se rapportant aux glissements de terrain actifs ou aux dangers de glissements. Ces derniers p. ex. figurent même sur des parties de versants qui nous donnent pour le moment une impression de stabilité. Mais du fait des interventions ou des changements morphologiques /fentes naturelles ou artificielles, apport ou conduit de l'excédent d'eau etc./ elles peuvent devenir des lieux de mouvements catastrophiques.

Sur les surfaces de plaine, surtout dans les plaines d'inondation, il est très important de représenter l'extension spatiale des restes de lits superficiels ou enfouis de l'ancien système hydrique. En effet elle indique les conditions d'écoulement des eaux superficielles et souterraines, et en outre elles posent aussi toute une série de problèmes relatifs aux fondations des constructions /couches tourbeuses, bourbeuses etc./. Il est de même d'une grande importance, dans la pratique concernant ces types de surfaces, de représenter précisément l'étendue des niveaux exempts d'inondation, des dépressions de mauvais écoulement, ainsi que des terrasses fluviales et leur disposition étagée. Ce sont notamment les derniers qui comptent non seulement parmi les terrains excellents de fondation et d'obtention des matériaux de construction, mais qui sont en même temps des facteurs très importants pour dégager la direction et l'intensité des mouvements structuraux si difficiles à déterminer sur les surfaces en dépôts meubles de plaine /les lignes structurales sont les trajets conducteurs superficiels des ondes de propagation sismique/. On pourrait encore mentionner les signes concernant l'état en voie de construction, de destruction ou sans changement des rebords des berges choisis si souvent pour la construction. Ensuite on peut attirer l'attention sur plusieurs autres symboles relatifs aux processus récents exogènes figurant sur la carte géotechnique, accélérés surtout par l'activité anthropique et ayant de ce fait une importance semblable aux précédents du point de vue de la construction.



Dans le cadre de la cartographie géotechnique on est en train d'établir des variantes de cartes géomorphologiques et de catégories de pentes. Les deux variantes seront représentées ensemble sur la même carte de telle sorte que les formes du relief et les processus seront indiqués par des bandes noires, des hachures et des signes ponctuels et les catégories de pentes par des couleurs différentes. Ces dernières sont conformes aux exigences de la pratique technique /0-2,5 m; 2,5-5 m; 5-15 m; 15-35 m; 35-45 m ou au-dessus de 45 m/.

Résumée dans ses grandes lignes, la carte géotechnique comprend la légende suivante:

1. les données et les symboles d'information morphométriques, topographiques, hydrographiques les plus importants, les établissements et les formes anthropiques;
2. la présentation dans ses dimensions exactes, convenablement généralisée, et dynamique, des caractères du relief dans le territoire cartographié, avec une insistance particulière sur les formes ou les processus suivants:
  - a/ niveaux des lignes de faite des montagnes et des collines, plateaux, interflaves plus ou moins élevés, crêtes, cols, replats, plaines aux pieds de montagnes et de collines;
  - b/ vallées, bassins d'après leur genèse et leur caractéristiques morphométriques;
  - c/ bords abrupts, dénivellations importantes du relief sur de brèves distances, cuestras;
  - d/ versants, stabilité, caractère, intensité, direction des processus de versant, groupement par catégories d'après les conditions de pentes;
  - e/ formes concaves et convexes du lit majeur, lits abandonnés, terrasses fluviales;
  - f/ terrains de décapage et d'accumulation.

Les variantes de cartes déjà mentionnées sont rédigées à l'échelle du 1/10 000 d'après les données et les résultats des recherches dégagées au cours des levés géomorphologiques sur le terrain et de la cartographie complexe, évalués conformément aux objectifs.

Chaque carte géotechnique est complétée par des commentaires et des annexes documentaires.

Le but des commentaires de carte réside non seulement dans l'explication du contenu représenté, mais met en évidence les processus et les relations qui ne peuvent pas être représentés sur la carte.

Les annexes contiennent les données de forage sur le terrain cartographié, les descriptions des coupes des affleurements, les observations diverses, les données mesurées et les photos.

En ce qui concerne la couverture du territoire, la cartographie géotechnique a été effectuée ou est en cours presque exclusivement par l'Institut des Recherches Géographiques de l'Académie des Sciences de Hongrie dans les régions de Budapest, du lac Balaton, de Pécs et d'Eger.

Budapest et le Balaton disposent d'un relief varié et d'une bonne possibilité de faire des généralisations. En même temps les problèmes de géologie de la construction apparaissent plus concentrés dans ces espaces à cause des grands travaux réalisés et par conséquent les résultats cartographiques peuvent être utilisés avec plus de profit.

Au cours des levés cartographiques de la région de Budapest, ce fut une tâche particulière que de faire le levé des espaces bâtis denses et la représentation cartographique de leur relief. La tâche la plus difficile a consisté ici en premier lieu à débrouiller les lits de remblaiement, les terrasses, les niveaux intercalaires du Danube et de ses affluents ainsi que leur système de relation et leur extension territoriale.

Dans la zone du Balaton, surtout sur la rive méridionale, le levé très détaillé est devenu nécessaire dans la bande en bordure du lac émaillée en majorité de formations de rive. C'est que des dénivellations de quelques décimètres sont ici d'une grande importance, puisque les possibilités de travaux



de construction et l'ordre de grandeur des dépenses sont fonction de la profondeur de l'eau et de l'oscillation de l'eau de fond.

A Eger et a Pécs ce sont les dégâts causés par les constructions souterraines s'étalant sous ces villes qui ont rendu la cartographie nécessaire. Dans ces espaces, l'objectif principal était de dégager les vallons aujourd'hui en partie enfouis, cachés sous les espaces bâtis, car ces terrains sont perméables et l'humidité et l'effondrement de ces caves y sont plus fréquents.

Dans l'avenir, il serait souhaitable d'exprimer quantitativement les processus modelant la surface et les formes superficielles représentés en cartographie géotechnique et de chercher des solutions, à partir desquelles les données numériques mentionnées pourraient être exprimées cartographiquement.

Il est très important ensuite de continuer à développer les méthodes cartographiques /rédaction à plusieurs niveaux, représentation plus expressive, application plus large des solutions nuancées etc./. C'est ce qui contribuerait sensiblement à la lisibilité et à la destination pratique immédiate des cartes.

L'AMENAGEMENT DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN  
DANS L'AGGLOMERATION BUDAPESTOISE

Sándor Katona

DÉFINITION DE L'AGGLOMÉRATION DE BUDAPEST

Avant de développer les problèmes d'aménagement de l'agglomération de Budapest - et de sa zone périurbaine -, il convient de mettre en évidence ce que nous entendons, en tant que géographes et urbanistes, par "agglomération de Budapest". Nous sommes d'avis que pour éclairer cet ensemble de problèmes devant nos collègues français, il sera convenable de partir d'une définition générale de l'agglomération et ensuite de mettre en parallèle les agglomérations budapestoise et parisienne. D'après G. CHABOT /1970/: "agglomération: ensemble formée par un centre urbain principal et les unités urbaines adjacentes". Cette définition assez générale est valable pour l'agglomération de Budapest de même que pour celle de Paris. Mais il est difficile de comprendre la différence profonde de contenu entre les deux agglomérations, si nous les comparons dans le miroir des indices fondamentaux.

L'agglomération de Paris est quatre fois plus peuplée. Cela signifie en même temps l'organisation à un degré supérieur de l'espace urbain et périurbain, son utilisation pour des constructions plus serrées, ainsi qu'un taux plus élevé des éléments d'organisation spatiale anthropique dans le milieu naturel. Il est évident que - conformément à cela - les problèmes d'aménagement de la zone périurbaine sont également d'une autre nature à Paris qu'à Budapest dont la structure est sensiblement plus lâche.

L'attraction de Budapest, capitale du pays, s'étend sur tout le pays, c'est pourquoi toute délimitation portant sur la



détermination d'une "région budapestoise concrète" passe pour arbitraire. Il est tout de même indiscutable qu'en peut déterminer entre la capitale et les centres périphériques du pays une large bande, sur laquelle les centres périphériques n'exercent aucune influence attractive et ainsi cette zone appartient uniquement à l'aire d'attraction de Budapest. L'organisation de ce territoire central exige le développement d'une couronne urbaine disposant d'un niveau moyen d'attraction autour de Budapest. Quelques villes de cette couronne urbaine - Gödöllő, Vác, Esztergom, Dorog - existent déjà, d'autres agglomérations comme Monor, Ráckeve, Bicske, Dabas méritent d'être élevés au rang de villes.

Une partie du territoire entre cette couronne urbaine et Budapest constitue une unité fonctionnelle du point de vue de sa localisation géographique, de la population, du lieu de travail, de l'équipement culturel et sanitaire ainsi que d'autres points de vue dans la mesure ou son aménagement perspectif ne peut être imaginé que synchrone à celui de la capitale.

Ce territoire étant situé dans la grande banlieue de Budapest peut être envisagé à juste raison comme faisant partie de l'agglomération de Budapest. L'agglomération budapestoise comprend donc la capitale elle-même, et les zones urbaines environnantes.

On a préparé plusieurs propositions pour la délimitation de l'agglomération de Budapest. Le plan d'aménagement général de 1960 a classé 64 centres urbains dans l'agglomération. Le plan approuvé en 1971 a réduit ce nombre et l'a fixé à 44. Cette délimitation a été affectuée sur le base de l'examen des lieux de résidence et de travail, de l'accroissement de la population etc. Comme la délimitation de tout espace géographique, cette délimitation a aussi ses points discutables, mais elle peut tout de même être envisagée comme unité autonome en tant que cadre de planification approuvé par le Gouvernement. C'est pourquoi nous rapportons nos constatations suivantes a cette unité de surface.

## L'IMPORTANCE NATIONALE DE L'AGGLOMÉRATION DE BUDAPEST

A Budapest, dans la seule grande ville et le plus grand centre industriel de Hongrie, se concentre 19,5 % de la population du pays, 22 % avec ses environs, soit 2,520 000 habitants. 577 000 actifs travaillent dans l'industrie, soit 33 % des actifs industriels du pays. Ce taux a considérablement diminué depuis 1960. Il est également caractéristique que plus de 80 % des instituts de recherche soient concentrés à Budapest. 180 000 salariés vont tous les jours à Budapest - 100 000 venant de la zone agglomérée /56 % de la population active totale/ et 80 000 venant du territoire hors de cette zone. La faible urbanisation en dehors de la capitale se montre bien par le fait que la population totale cumulée des cinq "grandes villes" hongroises ayant plus de 100 000 habitants /en 1978: Miskolc 210 000, Debrecen 200 000, Szeged 178 000, Pécs 175 000, Győr 127 000 personnes/ n'est que de 890 000 personnes, soit un tiers seulement de celle de l'agglomération capitale, ce qui représente un taux unique en Europe.

La capitale hypertrophiée influe également sur les caractéristiques de base du réseau urbain et la taille des villes. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de Budapest, la force attractive de la capitale diminue et proportionnellement le nombre d'habitants augmente. A cause de la position autocratique de la capitale, aucune grande ville mesurée à une "échelle européenne" /ayant plus de 500 000 habitants/ ne pouvait se former en Hongrie. Le nombre d'habitants des "grandes villes" hongroises de la périphérie du pays ne dépasse guère 200 000. En s'éloignant de la capitale les villes se regroupent en trois zones. Ce sont les suivantes:

- a/ Dans un rayon de 30 km autour de la capitale, les petites villes sont caractéristiques. Il n'y a pas de villes de plus de 40 000 habitants /Dunakeszi, Vác, Szentendre, Gödöllő, Százhalombatta, Érd/.



b/ A une distance de 60 à 100 km se trouve une zone de "villes moyennes" ayant en majorité 75 à 100 000 habitants /Tatabánya, Székesfehérvár, Dunaujváros, Kecskemét, Szolnok, Salgótarján/.

c/ Les "grandes villes" ayant 150 à 200 000 habitants /Miskolc, Debrecen, Szeged, Pécs, Győr/ sont situées à la périphérie du pays, à plus de 100 km de Budapest.

Pour diminuer la prépondérance de Budapest et augmenter l'urbanisation en province on a fait des efforts considérables dans la dernière décennie. En conséquence, le rythme de croissance de Budapest s'est ralenti, et la population employée dans l'industrie a diminué. Les villes de province se sont accrues à un rythme beaucoup plus rapide que Budapest.

Mais en même temps le taux de concentration n'a pas diminué dans l'agglomération de Budapest par rapport à la population totale du pays, et même il s'est un peu accru. Entre les deux recensements de 1960 et 1970, l'accroissement de la population de la capitale a été de 7,5 %. Cela signifie une augmentation du taux dans l'intérieur du pays de 18,1 % à 18,8 %, ce qui est assez modeste. Mais l'accroissement de la population de 135 000 a fait 35 % de l'accroissement de la population totale de la Hongrie qui disposait d'une faible vitalité démographique pendant cette décennie et ce nombre provient exclusivement des immigrations. C'est la diminution du solde naturel qui caractérise la capitale pendant la décennie étudiée.

En comptant en outre la zone périphérique, ou l'accroissement de la population a été extrêmement rapide /70 000 personnes en dix ans/ et fut provoqué également par l'immigration, il en résulte que c'est ici, au coeur du pays, sur 1,8 % de la superficie totale du pays, que 57,5 % du l'accroissement de la population ont été accumulés pendant une décennie. Nous sommes d'avis que cette tendance ne pourra changer qu'extrêmement lentement et ainsi cela doit être largement pris en considération au cours de l'examen du développement de l'agglomération.

Quant au rôle national de Budapest et de son agglomération et au développement prévu de la population du point de vue de l'aménagement du territoire, on peut prendre le parti suivant lequel l'intégrité de la fonction nationale de la capitale ainsi que le développement de son rôle scientifique et culturel sont indispensables au développement continu de son industrie de pointe et à celui de l'industrie nationale. En même temps - eu égard au taux de peuplement national et à la nécessité indispensable de diminuer les différences considérables de niveau entre la capitale et les villes de province, il faut tendre à ce que le développement s'effectue d'une manière différentielle et intensive sans aucune augmentation notable de la population industrielle.

#### L'ORGANISATION DE L'ESPACE DANS L'AGGLOMÉRATION DE BUDAPEST

Nous ne visons pas à traiter ici les questions théoriques de la délimitation de l'espace géographique. Nous mentionnons seulement que toute délimitation, discontinuation provenant du caractère dialectique de l'espace "fini - infini" est de nature subjective, ce qui ne porte pas naturellement sur l'objectivité des catégories de l'espace. La délimitation de toute sorte d'unité spatiale, de la ville, de la région ou de l'agglomération est toujours discutable, car elle s'oppose à la dialectique de l'espace.

L'espace abstrait peut être décomposé en ses éléments. Les constituants de l'espace géométrique à trois dimensions sont: le plan à deux dimensions, la ligne à une dimension et le point à dimension zéro. D'une manière analogue, l'espace géographique concret lui-même se compose des constituants concrets dérivés des précédents. Ces éléments peuvent être des objets naturels et sociaux à la fois. Ainsi p. ex. les centres d'attraction intense se présentent sous forme de points, p. ex. chaque lieu de résidence et de travail, les sources thermales; les lignes de force qui les rattachent: le réseau



de communication ou le système fluvial; enfin les territoires à utilisation différente; les surfaces cultivées ou couvertes d'un manteau végétal, du sol.

L'interdépendence des éléments de base coexistants constitue à une certaine date déterminée une structure spatiale statique. Et leur changement dans le temps donne la structure spatiale dynamique en voie de développement continu. La planification régionale n'est pas autre chose sous cet aspect que la coordination optimale - économique et écologique à la fois - de ces éléments. Dans la suite nous esquissons les questions les plus importantes du développement de ces éléments indiquées ci-dessus dans l'agglomération de Budapest acceptée en base naturelle.

#### a/ Les pôles d'aménagement

L'aménagement de la ville et de ses environs a été effectué avant 1970 indépendamment l'un de l'autre. L'aménagement de Budapest a été réalisé jusqu'ici par le Bureau d'Études d'Urbanisme de Budapest /Budapesti Városépítési Tervező Vállalat/. Au cours de l'évolution historique spontanée la ville se divisait en un noyau urbain surpeuplé, à tous égards caractéristique pour une grande ville, et en un territoire périphérique avec des services souvent insuffisants. Un autre bureau d'études a préparé les projets des 44 centres aux environs de la capitale.

Parmi ces centres, deux seulement pouvaient être mis au rang de ville: Szentendre, ville historique et Százhalombatta, une des villes socialistes les plus récentes de Hongrie.

Le noyau urbain formé à la suite de l'évolution historique fut longtemps apte, aussi bien à Budapest que dans les autres grandes villes européennes, à satisfaire sans problème aux fonctions centrales. Cela était dû dans une grande mesure à ce qu'il y a cent ans, quand le premier plan d'aménagement de la capitale fut préparé, on a envisagé à long terme une ville de

deux millions d'habitants et qu l'on a bâti conformément à cela les réseaux d'infrastructure et de communication. La population diurne de la capitale a atteint ce nombre dans les années soixante. C'est alors qu'elle devient saturée et que des troubles se manifestèrent dans ses fonctions de vie quotidienne. La sur-saturation du centre s'est révélée sur plusieurs plans:

- a/ conformément au développement économique général: création de nouveaux établissements, l'agrandissement des anciens devenant indispensable;
- b/ l'augmentation de la population et l'élévation du niveau de vie ont imposé l'élargissement considérable des branches tertiaires;
- c/ le noyau urbain, les rues étroites, adaptées à la circulation des attelages ne convenaient plus naturellement à la demande issue de la circulation des voitures modernes;
- d/ La distance entre les lieux de résidence et de travail s'est accrue dans l'agglomération en croissance, ce qui a abouti en peu de temps à la faillite du transport en commun et aux problèmes des liaisons entre le centre et les périphéries.

Budapest est une ville de structure monocentrique. Les établissements de caractère central de l'administration, de commerce, d'enseignement, de culture, de loisir et de tourisme se sont situés en majorité dans le noyau urbain. Pour résoudre les problèmes on prévoit la décentralisation du centre urbain. La conception antérieure selon laquelle le développement proportionnel de tous les arrondissements périphériques pourrait contrebalancer le noyau urbain sursaturé, a échoué parce qu'elle signifiait le morcellement des efforts matériels, leur distribution en 22 arrondissements. C'est ainsi que les efforts faits depuis la libération /1945//implantation décentralisée des établissements, amélioration des communications, construction de grands ensembles résidentiels, implantation de magasins d'arrondissement/ ne furent pas suffisants pour créer des centres



urbains dans les arrondissements extérieurs. Nous laissons de côté le développement des périphéries urbaines ou, du fait de l'immigration considérable, l'approvisionnement élémentaire de la population était beaucoup plus mauvais que dans les villes de province de rang égal d'après leur chiffre de population.

Les tâches complexes de décharge du centre urbain sont connues dans toutes les grandes villes du monde, mais les possibilités de solution sont très différentes en fonction des conditions locales.

Une conception unanimement approuvée a été élaborée par le Bureau d'Études et d'Urbanisme de Budapest /Budapesti Város-építési és Tervező Vállalat/. D'après cela il y a trois moyens possibles pour décharger le centre urbain de Budapest:

1. la modernisation du centre urbain;
2. l'élargissement du centre urbain vers les espaces adjacents;
3. le décharge des espaces intérieurs par la constitution de centres locaux périphériques.

#### 1. La modernisation du centre urbain

Le plan de reconstruction de la Cité a été élaboré en 1968. Ce plan prévoit le développement intensif d'un centre principal national. L'un de ses objectifs principaux est d'aménager les communications routières paralysées: tunnel de communication routière sous le Danube, construction de l'axe de circulation routière rapide à double sens sur la rive de Pest du Danube, formation d'une route principale de direction N-S, création de parcs de stationnement à plusieurs niveaux, de points de jonctions dans les croisements et des passages souterrains pour les piétons. Les transports en commun vers les périphéries seront facilités par la mise en service de deux nouvelles lignes, en correspondance avec celle qui existe déjà. Il y aura au minimum sept arrêts dans la Cité qui permettront l'accès rapide au centre de la ville en venant des centres des quartiers. Les

espaces encore libres doivent être bâtis conformément à la vocation de centralité de la ville, en ce qui concerne les établissements administratifs, de bureau, commerciaux, touristiques, d'affaires, culturels et d'enseignement supérieur. En outre, on a élaborer des projets ingénieux du circulation des piétons dans la Cité, et une série d'hôtels sur la rive du Danube sont prévus. On ne planifie pas de nouveaux logements. La sauvegarde, éventuellement l'agrandissement des espaces verts existants sont partout exigés par le plan - conformément aux possibilités.

## 2. L'agrandissement du centre de la ville

La reconstruction sur place du centre de la ville ne peut pas satisfaire à l'accroissement des besoins; c'est pourquoi il est inévitable d'étendre sa superficie. Le plan d'aménagement général s'est fixé pour la réalisation de cet objectif à long terme la tâche d'exproprier les terrains densément bâtis entre le Petit et le Grand Boulevard /avenue Madách, desserrement des espaces verts/.

## 3. Le système de centres périphériques

Le moyen le plus efficace pour décongestionner le centre de la ville est de rendre polycentrique la structure de l'agglomération, Cela signifie la décentralisation des fonctions centrales par des centres locaux de décharge. Le schéma en est dans la capitale et à ses environs le suivant: constituer dans les six quartiers /et non pas des arrondissements/ entourant le noyau urbain des centres de quartier et dans les neuf groupes de centres urbains de la zone agglomérée des centres de groupe.

Les quartiers sont à Budapest des unités urbaines plus ou moins autonomes, qui englobent plusieurs arrondissements ayant chacun environ cent mille d'habitants. Les arrondissements actuels son tous, - comme le prouve l'aménagement effectué pendant les deux dernières décennies, - trop petits pour ce qu'on



puisse réaliser par leur aménagement une décentralisation convenable de la structure urbaine. De tels quartiers seraient sur la rive de Pest: Újpest, Zugló, Kispest, et sur la rive de Buda: Óbuda, Moszkva tér, Lágymányos.

Les 44 centres urbains de la zone d'agglomération autour de la capitale sont réunis dans neuf groupes. Du point de vue de la planification ils sont traités comme des unités devant être soumises à un centre de groupe. Les urbanisations à fonction centrale /en parenthèse le numéro du groupe d'habitats/ sont les suivants; sur la rive de Buda: Érd /I/, Solymár /II/, Szentendre /III/, sur la rive de Pest: Dunakeszi /IV/, Kistarcsa /V/, Maglód /VI/, Vecsés /VII/, Dunaharaszti /VIII/ et Szigetszentmiklós /IX/. Les efforts disponibles sont concentrés sur l'urbanisation de leurs centres respectifs.

#### b/ Les axes ou lignes de force d'aménagement

Le système des centres hiérarchiques a constitué dans l'espace de l'agglomération, le réseau routier centré à Budapest comme résultat d'une évolution historique, de même que les données du milieu géographique déterminent par essence les lignes de force possibles de l'aménagement futur.

Ces lignes relient les centres situées dans la direction du développement le plus dynamique et par cela elles dégagent proprement dit l'agglomération jusqu'ici trop enclavée. Ces axes d'aménagement seront non seulement des voies de communication, mais aussi des bandes où l'utilisation pour des constructions de grands ensembles d'habitat et d'industrie dépassera, les limites de l'administration publique. Par cela, le développement continu de la structure intérieure de l'agglomération et l'évolution d'ensemble de la capitale et des urbanisations périphériques seront assurés. La révision du plan approuvé dans l'année passée établit quatre directions principales de développement /avec des possibilités alternatives nécessaires/. Ce sont:

Buda-Sud: Lágymányos - Őrmező - Budaörs /direction Ouest  
- Balaton/

Buda-Nord: Óbuda - Békásmegyer - Szentendre - Dunakanyar

/Coude du Danube, récréation/

Pest-Nord: Újpest - Dunakeszi - Vác /caractere industriel/

Pest-Est : Zugló - Kistarcsa - Gödöllő

### c/ L'utilisation de l'espace

Dans le plan d'aménagement détaillé on a déterminé le profil des perspectives de l'utilisation de l'espace, tout en appréciant soigneusement les besoins sociaux et les potentialités du milieu.

D'après les prévisions démographiques la population de l'agglomération s'accroîtra jusqu'au tournant du millénaire de 2,4 millions à 2,8 millions d'habitants. A l'intérieur de cela le taux des personnes actives diminuera et le nombre des employés dans l'industrie sera beaucoup plus réduit. Par le relèvement du niveau de vie et des besoins écologiques, et du fait du développement technique qui les favorisent, il faut compter sur une demande de terrain considérable sous de nombreux rapports.

L'industrie moderne exige - autant du point de vue technologique que d'hygiène du travail - plus de terrain qu'actuellement, sans compter que la majorité des entreprises industrielles de la capitale manquent de place même par rapport aux normes actuelles. A cause de l'amélioration de la qualité des logements, il faut tenir compte de l'accroissement des espaces bâtis. Avec le développement rapide du trafic automobile, la mode des maisons individuelles se répandra, ce qui entraînera aussi une demande de terrains dans la zone périphérique. Par l'augmentation considérable des espaces verts il faut créer un système d'espaces verts continus favorable au repos de la population et à la protection de la nature. La satisfaction de toutes ces demandes de terrain n'est possible qu'au détriment des espaces agricoles inclus dans l'agglomération. Par contre, il faut s'efforcer de densifier les constructions dans les quartiers ayant des terrains insuffisamment bâtis.



# UN MODELE TECHNO-ÉCONOMIQUE DE RÉGULARISATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET SES PROBLÈMES D'OPTIMISATION

Gyula Bora

## INTRODUCTION

La régularisation de la qualité de l'eau est un travail particulièrement complexe même au niveau le plus élémentaire. La complexité provient du fait que les processus hydrauliques, hydrologiques, chimiques, biologiques et écologiques sont peu connus, même en tenant compte de l'évolution perpétuelle de la science de ce siècle. Il est très compliqué de prédire ses conséquences économiques et pour ses effets sociaux la situation est encore moins favorable.

L'étude a été préparée sur la base des résultats des recherches du modèle techno-économique du fleuve Sajó de l'UNOP /WHO HUN/71/ 505-HUN/ PIP 001 Pilot Zones for Water Quality Management Project. A la préparation du modèle ont participé: B. HOCK, Gy. MUCSY VITUKI /le modèle mathématique du fleuve et les variants technologiques/, Gy. BORA, D. KULCSÁR, G. RÉCZEY Université des Sciences Économiques Marx Károly /le modèle d'économie et de décision/, J. PINTÉR Centre d'Ordinateurs de l'Université /la construction mathématique du modèle unifié/.

Le modèle de la qualité de l'eau joue un rôle très important dans la planification relative aux dispositions en faveur de la diminution de la pollution et aussi dans l'évaluation des éléments de programmation. Le modèle peut mettre en comparaison la pollution caractérisant un lit de rivière à un point donné, le changement de la qualité de l'eau causé par lui, à un autre point choisi, exprimé par un paramètre de qualité de l'eau. Dans le passé récent, on a fait beaucoup de recherches sur l'élaboration de modèles de qualité de l'eau, mais ceux-ci

sont essentiellement des modèles de simulation ou éventuellement des études de cas; par contre en ce qui concerne les modèles d'opération, la situation est encore moins favorable.

Il y a deux raisons à cela:

a./ Bien que de nombreux modèles soient mathématiquement bien affinés, ils sont beaucoup moins complexes que les réseaux d'eau ou d'égout qu'ils essayent de présenter. Cette circonstance sera toujours valable à cause de la probabilité et du caractère accidentel des processus physiques, qui accompagnent la dilatation des eaux usées.

b./ La raison la plus importante est que tous les modèles conseillés par la littérature ont un immense besoin de données, qui dépassent généralement la quantité des données disponibles, et ces données devraient provenir toujours des mesures les plus récentes. Même dans le cas des modèles affinés, la situation de beaucoup de paramètres est tout simplement inconnue.

Le domaine, le moins élaboré est celui de la préparation des modèles nommés modèles de décision, c'est à dire d'opération, déterminant leur usage pratique. Le modèle techno-économique qui sera présenté dans cette étude appartient à ce cercle d'activités, approché d'un point de vue selon lequel, sur le modèle mathématique, décrivant les processus du fleuve donné, se trouve branché un modèle technique analysant les alternatives de l'épuration des eaux résiduaires, comme alternatives de décision, et pour l'optimisation de tout cela un modèle d'économie, d'investissement et de cadence.

#### LES FACTEURS FONDAMENTAUX DE LA CONSTRUCTION DU MODELE

La protection de la qualité de l'eau, en tant qu'élément important et indispensable de la politique de protection de l'environnement, peut se révéler très efficace si elle tient compte de nombreux facteurs hydrologiques, technologiques, économiques et juridiques. La négligence ou le mauvais emploi d'un de ces facteurs peut porter préjudice à la qualité de l'eau



de la région donnée. Il se peut que cela touche économiquement d'une façon négative les usines et l'agglomération qui utilisent ces eaux, voire toute l'économie nationale. Dans la formation d'une politique cohérente de la qualité de l'eau, concernant les points de vue mentionnés ci-dessus, les recherches sur les modèles d'opération de la protection de la qualité de l'eau peuvent jouer un rôle très important.

Les aspects régionaux de la pollution de l'environnement et de la lutte pour la protection de l'environnement sont connus. La protection de la qualité de l'eau d'une certaine région est en rapport étroit avec les dispositions naturelles, la structure économique, la densité de la population, le niveau d'évolution de l'habitat et particulièrement l'urbanisation. En outre, le développement de la même région, ne peut plus se passer du fait que les conceptions de ce développement soient formées d'après les exigences de la protection de l'environnement. Le développement régional, qui peuvent être intégrés dans le système de décision de la région en question. Le modèle de la régularisation de la qualité de l'eau d'un lit de rivière peut être l'un de ceux du système de modèles du développement régional, en employant des paramètres et des alternatives de décision convenables.

L'un des objectifs fondamentaux de l'UNOP/WHO HUN/71/505-HUN/PIP 001 Pilot Zones for Water Quality Management Project était la préparation d'un modèle de qualité de l'eau, tenant compte de ces points de vue. La tâche principale du modèle peut être résumée comme suit: aptitude à faciliter les décisions d'investissement relatives à la protection de la qualité de l'eau de façon à optimiser la totalité des coûts d'investissements et de fonctionnement du système réalisé, pour assurer la propreté de la rivière du point de vue écologique, hydrologique et technique.

Le choix du site du modèle s'est porté sur le bassin de la rivière Sajó. Le bassin de Sajó est de point de vue de la pro-

tection de la qualité de l'eau un terrain complexe, qui nous offre la possibilité de pouvoir examiner des problèmes de géographie, d'hydrologie, d'épuration d'eau, de technique et d'économie, et en tenant compte de la totalité de ceux-ci nous rend aptes à préparer un modèle de décision et d'optimisation.

A tout cela on pourrait ajouter que la vallée de la rivière Sajó peut être considérée comme un terrain nécessitant des interventions urgentes. Le trajet relativement court de la rivière, environ 70 km, entre la frontière hongro-tchécoslovaque et la ville de Miskolc, est déjà caractérisé par une quantité d'eaux résiduares importante.

Au moment du départ de Project, dans la plupart des cas de pollution industrielle, le traitement des eaux résiduares n'était pas suffisante car dans cette région il y a beaucoup de villes et d'industries. Cela veut dire que dans l'avenir on doit réaliser une protection de la qualité de l'eau qualitativement et quantitativement plus poussée que celle d'aujourd'hui.

La vallée de Sajó est l'une des régions d'industrie lourde les plus importantes, ou se concentrent 19 % de l'extraction du charbon, 100 % de l'extraction de minerai de fer, 16 % de la production de l'énergie électrique, 65 % de la fabrication de l'acier, 20 % de la production du ciment, 60 % de la production des engrais azotés, 100 % de la production de l'éthylène, de la production de la polychlorure de vinyle et du caprolactème du pays; outre cela l'industrie de la viande, du sucre, de la bière et l'hyalurgie sont aussi importantes. L'énumération montre que l'on doit compter avec une pollution d'eau très hétérogène: les eaux usées industrielles, communales, industrielles et communales mixtes se caractérisent par de nombreux composants de pollution et pour leur épuration on doit employer plusieurs méthodes du traitement des eaux résiduares qui ont différentes conséquences sur les coûts.

Il appartient aux problèmes de la protection de la qualité de l'eau de la vallée de la Sajó que la rivière Sajó et ses af-



fluents servent comme sources principales d'eau pour l'industrie; en outre une partie croissante de l'alimentation en eau des agglomérations provient aussi de ces fleuves. L'importance de ce dernier fait est encore renforcée de ce que l'alimentation d'eau de Miskolc<sup>x</sup> se basera dans l'avenir dans une plus large mesure sur l'eau du Hernád, un des affluents de la Sajó.

Les dispositions hydrologiques de la Sajó et de ses affluents ne sont pas favorables. Le débit d'eau de la Sajó est irrégulier et il y a peu de rivière au débit plus important qui pourraient faciliter par dilution le nettoyage de la Sajó. Quant à la protection de la qualité de l'eau de la Sajó, il faut appliquer un soin particulier à ce qu'elle ne vienne pas contaminer la Tisza. /Le rôle de la Tisza est en outre très importante dans l'irrigation des terres agricoles d'une partie considérable de la Grande Plaine./

Comme point de départ pour la construction du modèle, la situation actuelle du traitement des eaux résiduaires nous servait de base. D'après cela quelques usines d'épuration d'eaux résiduaires déjà en place, n'étaient pas aptes technologiquement à pouvoir assurer une épuration de l'eau répondant aux exigences; dans ces cas on avait besoin d'effectuer des changements /par exemple à l'usine métallurgique de Ózd/. Dans le cas d'autres usines d'épuration d'eaux résiduaires on avait besoin d'agrandir la capacité à cause des projets de développement. /Par exemple au Combinat Chimique de Borsod./ Dans nombreux cas les sources polluantes ne disposaient point des usines d'épuration d'eaux résiduaires, ici alors il fallait faire de nouveaux investissements /par exemple pour la ville de Miskolc/.

---

<sup>x</sup> La deuxième ville de Hongrie dont la population dépasse les 200 000 habitants, centre de la vallée de la Sajó, et coeur d'une concentration industrielle.

Les données exposées signifiaient des problèmes difficiles à résoudre dans la détermination de la cadence des investissements. Dans la préparation, la prise en considération de la pratique du financement hongrois des investissements causaient aussi de grands problèmes. Ainsi on peut partager les investissements en trois catégories. Au premier groupe appartiennent les investissements de gouvernement et ceux de l'économie nationale, dans le cas desquels l'économie nationale subvient à la dépense totale, y compris les installations de la protection de l'environnement. Le deuxième groupe forme les investissements qui s'établissent avec une subvention centrale, en utilisant les fonds de modernisation des entreprises. Le troisième groupe constitue les investissements qui se créent d'après une décision dans l'entreprise avec l'emploi des fonds de modernisation de l'entreprise et en contractant des crédits bancaires. /C'est ce dernier groupe qui est le plus considérable au niveau national./

Aux investissements pour la protection de la qualité de l'eau se rapporte la même répartition. Sur le terrain du modèle on peut trouver ces trois types. Dans le cas du premier groupe le financement de l'épuration des eaux résiduaires peut être considéré comme une partie de l'investissement entier; c'est le budget qui assure la couverture des frais. Dans le cas du deuxième type la situation n'est plus si simple parce qu'il se peut que la subvention du gouvernement ne se rapporte qu'aux technologies de la production, et la construction ou l'agrandissement des installations d'épuration d'eaux résiduaires alourdissent le budget de l'entreprise. La situation est la plus problématique dans le cas du troisième type, car les fonds des entreprises sont limités, et pour les technologies de l'épuration d'eau, on ne dispose que peu de ressources financières. Dans ce cas, peuvent fournir une aide les Fonds des Eaux, afin d'établir ou d'agrandir des installations d'épuration d'eaux résiduaires. Il faut mettre à part les problèmes des agglomérations, qui réalisent les in-



vestissements infrastructureux, y compris les installations d'eaux résiduaires à l'aide de la subvention du budget national. Les complications du système hongrois des investissements causait pas mal de problèmes, cachant les contradictions. Enfin, en développant les objectifs d'optimisation on a laissé de côté ce système d'investissement afin de parvenir à une résolution optimale du problème du point de vue de l'économie nationale conforme aux exigences de la qualité de l'eau.

Le devoir fondamental du modèle était de prendre en considération une assez longue période du développement. Au vu de différentes considérations, nous avons fixé la tâche d'optimisation à une période de 10 ans /1975 à 1985/. Dans cette optique il était nécessaire, en prenant en considération les programmes de développement, d'estimer d'avance la quantité d'eaux résiduaires probable pendant cette période. Ces calculs se sont préparés dans le cas des polluants industriels dans le cadre des décisions de développement des entreprises, dans quelques cas dans celui des conceptions du développement de l'économie nationale, ou bien dans celui des plans régionaux de développement des agglomérations. La prévision de l'accroissement de la population est particulièrement importante. Au cours du recensement de la population de 1970, dans la région examinée vivaient 5,7 % de la population du pays. Les plans de développement des agglomérations envisagent un accroissement de la population de 13 % jusqu' 1985. En outre, il faut prendre en considération que la consommation des eaux à usage domestique s'accroît très rapidement, que les investissements infrastructureux contribuent à la croissance du réseau de canalisations /au moment de la construction du modèle seulement 27 % des appartements étaient rattachés à ce réseau/, et par conséquent il faut compter avec l'épuration d'une plus grande quantité d'eaux usées communales.

Dans un avenir prochain on aura besoin de faire quelques simplifications, d'une part pour pouvoir diminuer le nombre des

facteurs jouant un rôle dans le modèle, d'autre part pour que le modèle ne se concentre que sur les points de vue les plus importants. Ainsi le nombre des cours d'eaux pris en considération a été réduit à 8, le nombre des déversements d'eaux usées à 20. Les cours d'eaux y figurant influencent d'une façon décisive les conditions hydrologiques du système d'eaux, et parmi les déversements d'eaux usées ne figurent dans le modèle que ceux pour lesquels la résolution de l'épuration des eaux résiduaires de la région de Sajó est la plus importante. /HOCK 1974./

Les points du vue énumérés ont assuré que la construction du modèle soit, si possible simple, conforme au contexte hongrois et à celui de la vallée de la Sajó.

La formulation de la nécessité d'optimisation: le modèle doit indiquer les valeurs limites de l'introduction des matières salissantes dans les eaux résiduaires. C'est-à-dire, que le modèle choisisse soit la pratique hongroise de "l'affluent standard" /valeur de limite de l'introduction/ soit l'un aspect de "river standard". Au cours de la construction du modèle on a fait des calculs avec ce dernier qui diffère de la pratique hongroise de la protection de la qualité d'eau. Le modèle ne doit donc "faire attention" qu'à ce que la COD /consommation d'oxygène dychromatique/ ne dépasse à aucun point d'examen la valeur de limite prescrite. Les instructions nationales prescrivent une valeur limite de  $75 \text{ gr/m}^3$  d'oxygène chimique, caractérisée par la consommation d'oxygène dychromatique relative aux eaux résiduaires introduites. La surcharge des eaux entraîne l'obligation de payer une amende.

Si le modèle prend cette base en considération, nous obtenons de pires résultats que l'optimum calculé parce qu'à certaines étapes de la rivière, ou la capacité de désassimilation permet une plus grande efficacité qu'il n'en aurait besoin dans la réalité, et qui exigerait par conséquent une plus grande somme et pour l'investissement et pour le fonctionnement. Mais pour que le modèle prescrive une valeur de limite relative aux



eaux receptrices, convenable aux capacités d'assimilation du fleuve, on avait besoin des paramètres technologiques, desquels l'optimisation des coûts pouvait choisir selon ces objectifs. Pour faire des calculs alors, on a proposé plusieurs paramètres technologiques pour les affluents pris en considération. La charge de COD, les coûts d'investissements et d'exploitation diffèrent aussi. Le modèle a donc opéré avec de discrets paramètres technologiques. Le nombre de ceux-ci était 53.

Brièvement on peut constater que le modèle a une manière d'opérer, nommée "river standard", et qu'il choisit des technologies d'épuration d'eau selon le minimum de la somme des coûts d'investissement, de telle façon que les conditions prescrites s'accomplissent aux points du contrôle /introductions d'eaux résiduaires et bouches des affluents/.

La condition primordiale de la préparation du modèle d'optimisation économique était, qu'il puisse se baser sur un tel modèle techno-hydrologique de rivière, qui éclaircit les questions fondamentales relatives à la qualité de l'eau dans la région de la Sajó, qui donne la possibilité de pouvoir attacher ce modèle à un modèle économique. Le modèle mathématique /technique/ de la rivière Sajó, qui s'est préparé dans les cadres de Project, était apte à cette tâche /HOCK, 1974/. Avant de s'attacher aux deux modèles de détails se sont préparés deux variantes du modèle économique, théorique, de la région de la Sajó.

La première version a essayé de donner une description générale des problèmes de la régularisation de la qualité de l'eau de la région, en fonction des caractéristiques de la vallée de la Sajó et de la littérature internationale /REVELLE et al, 1969; HASA, 1970; KNEESE, 1964; GRAHAM and MILLE, 1966; KARRI, 1966; SMITH, 1968, etc./. Les corrélations examinées dans le modèle ont décrit les processus d'autó-épuration, de désassimilation, de l'incorporation qui se déroulent dans les cours d'eau du système, les processus d'utilisation de l'eau, et de l'épuration des eaux résiduaires et les limites relatives aux technologies d'épuration applicables. Dans le modèle, nous avons exa-

miné la possibilité de l'épuration d'eau régionale, ensuite celle de la régularisation du débit au moyen de réservoirs. Après la prise en considération des prescriptions de la protection de la qualité de l'eau nous avons examiné l'objectif concernant les coûts d'investissement.

A la suite des calculs approximatifs faits avec le modèle économique théorique, et de l'examen détaillé des paramètres de décision figurant dans l'énumération, on a effectué les changements suivants: on doit renoncer à l'idée d'une usine d'épuration régionale. Un calcul fait en 1975 a démontré qu'en raison prix du bâtiment et des prix des matériaux de construction, le réseau de canaux transportant les eaux résiduaires, dont on aurait besoin pour une usine régionale, serait trop coûteux. La construction d'une partie du système de conduites d'eau à travers des zones bâties causerait aussi des problèmes qui meneraient à de nouvelles augmentations des coûts. Quant à l'établissement d'un système de citernes on doit aussi se placer à un point négatif. Bien que les possibilité de trouver de l'eau dans la région soient très limitées, et que les perspectives sous-entendent la construction d'un réservoir d'eau, dans l'esprit du modèle une telle résolution ne se présentait pas comme réaliste. /A cause du coût élevé de la construction du réservoir, l'économie nationale, ne pourrait le supporter. Mais la protection de la qualité de l'eau est un devoir urgent, l'amélioration de la qualité de l'eau de la Sajó ne peut plus atteindre une ou plusieurs décennies. / Après avoir refusé les deux versions mentionnées, le modèle voulait réaliser la régularisation de la qualité de l'eau en choisissant les sites optimaux des usines d'épuration à établir, aux points d'émission des eaux résiduaires.

#### LA CONSTRUCTION ET LES RÉSULTATS DU MODÈLE D'ÉCONOMIE

Au cours des premiers calculs - surtout sur la base des expériences de la littérature - nous avons supposé des techno-



logies d'épuration d'une efficacité toujours transformable, et nous avons approché les coûts de la construction, dépendants du rendement de l'exploitation, avec des fonctions continues. En linéarisant les connexions du modèle, nous avons reçu un devoir de programmation convexe, de fonction de visée séparable, à côté des conditions de limites linéaires. /Ces derniers expriment les prescriptions de la qualité de l'eau./ La solution du problème utilisait un paramètre spécial de la méthode du plan sécant /BORA et al., 1975a; FORGÓ, 1973; ZSIGMOND, 1975/.

Pendant ce temps, en prenant en considération de nouvelles informations plus précises, et au fond des résultats des calculs approximatifs nous avons modifié le modèle /BORA et al., 1976b/. Le changement le plus important - à cause du petit nombre des technologies possibles à certains points de contrôle /2 - 6/ - signifiait la modification du travail dans un modèle d'économie discrète. Conformément à cela on devait choisir la combinaison totalement optimale, en connaissance de l'efficacité de chacun des paramètres technologiques et des coûts d'exploitation. Ajoutant à cela les conditions de compatibilité relatives aux variables de décision, nous recevons un devoir de programmation discret.

Aux variables de décision du modèle d'investissement discret conviennent les alternatives d'épuration techniquement possibles, des points d'émission d'eaux résiduelles. Alors, si parmi les alternatives définissables au point  $j$  se réalise justement le  $k$ , alors:

$$x_{jk} = 1, \quad x_{ji} = 0 \quad i \neq k \quad /1/$$

par conséquent

$$\sum_{i \in G} k_j x_{ji} = 1 \quad /2/$$

ou  $k_j$  signifie la multitude des technologies possibles au point  $j$ .

Les conditions suivantes du modèle signifient les limites du courant des matières donnés à certains points de contrôle de la qualité de l'eau. Alors, si  $e_{ji}$ ,  $a_{rj}$ ,  $b_r$  et  $D_r$  signifient la qualité de matières de pollution résiduaire, après l'épuration selon l'alternative  $i$ , vue dans le point  $j$  /exprimée comme courant de matière de COD/ le coefficient de désassimilation entre le point d'émission d'eaux résiduaires  $j$  et la station de contrôle de la qualité de l'eau  $r$ , est le courant de matière maximal possible au point  $r$  et la multitude des points d'émission d'eaux résiduaires, précédant le point de mesure  $r$ . Les conditions de courant de matière peuvent être résumées dans la formule suivante:

$$\sum_{j \in G_r} a_{rj} \sum_{i \in G_j} a_{ji} x_{ji} \leq b_r \quad /3/$$

En fonction des conditions restrictives précédents, on doit chercher à nouveau le minimum des coûts totalisés de l'épuration d'eaux résiduaires, alors - /si les coûts de l'alternative  $i$ , contemplé au point  $j$  sont marqués par  $c_{ji}$ / - nous devons déterminer le minimum de la fonction des coûts.

$$\sum_j \sum_{i \in G_j} c_{ji} x_{ji} \quad /4/$$

La résolution du devoir de programmation discret se passait avec la méthode de limitation et de division /ABADIE, 1970; BALE, 1970; POGÁNY, 1974/, qui se base sur la résolution d'une série systématiquement choisis, des travaux de programmation linéaire.

En rapport avec le modèle nous avons effectué différents examens de sensibilité /BORA et al, 1975c/. Le but de ceux-ci était l'analyse des effets des coûts dans les cas de divers changements des conditions du modèle. Au cours des calculs nous avons examiné grâce à différentes variables la quantité d'eaux résiduaires arrivée à la frontière du pays, les effets de différents traitements de la qualité de l'eau sur les cours d'eaux de la région et ceux des variations des courants de matière



transportés par ces cours d'eau. En outre, nous avons fait la comparaison des travaux qui ne contenaient que les coûts d'investissement par rapport à ceux qui sont déterminés par des fonctions de visée contenant et les coûts établis en une fois et continuels. Bien qu'il y ait eu de différences importantes dans les détails la différence de coûts de paramètres particuliers ne se révèle pas importante au niveau de l'économie nationale. En même temps les calculs du modèle ont montré même les coûts de la protection de la qualité de l'eau des affluents, les conditions dépendantes du courant du matière entré dans le segment de limite du modèle, la différence des coûts de la politique de la protection de la qualité de l'eau présente, et la résolution que nous proposons. Comme cela il était possible de gagner une information importante concernant les possibilités alternatives de la protection de la qualité de l'eau de la région.

Le modèle techno-économique décrit, avait besoin d'un système de données étendu malgré les simplifications mentionnées. Les données nécessaires peuvent être partagées en deux grands groupes: les données techniques nécessaires pour décrire les conditions circonférencielles, et les données économiques nécessaires pour décrire la fonction de visée. Au premier groupe appartiennent les données suivantes:

- les données de la concentration de COD, du courant de matière et de quantité, relatives aux eaux résiduaires inépurées,
- les données semblables relatives aux eaux résiduaires épurées,
- les données du débit d'eau de la région de la Sajó,
- les concentrations de limites de COD concernant la Sajó,
- les concentrations de limites concernant les affluents,
- les données du courant de matière de COD relatives à la Sajó et ses affluents,
- les facteurs de désassimilation relatifs à la Sajó.

La source des données étaient les recherches effectuées à VITUKI /HOCK, 1975/.

L'autre grande partie des données de départ forment les données économiques nécessaires pour pouvoir écrire la fonction de visée. Dans le cas donné se sont les coûts d'investissement appartenant aux paramètres technologiques possibles, ainsi que les coûts d'exploitation nécessaires pour leur fonctionnement. La source des données était le calcul des coûts préparé comme annexe des paramètres technologiques /RÖSZLER et al., 1975/.

Puisque le modèle de la protection de la qualité de l'eau ne s'occupe que de paramètre de COD, les données des coûts dépouillées contenaient seulement celles de la réduction de COD. Une autre restriction était ce que les données d'investissement se rapportaient exclusivement aux établissements d'épuration /par exemple elles ne concernaient pas sur les travaux de canalisation/. Pour former la fonction de coût de la réduction de COD nous avons employé la formule ci-dessous:

les coûts nets par an

$$N = ak + OM + ad$$

Ici:

N = les coûts nets par an

a = les coûts en capital

k = les coûts d'investissement par an /le capital/

OM= les coûts d'exploitation et d'entretien /y compris

les salaires, les coûts de matières et d'énergie,

les coûts des travaux d'entretien, des coûts de dragage, du transport, d'entreposage etc./

ad= les coûts de l'administration de la régularisation de la qualité de l'eau /observations et contrôles de la qualité de l'eau/.

Pour tous les émetteurs d'eaux résiduelles principaux du bassin de la Sajó, on a élaboré à côté de la fonction de coût alternative de la pollution de COD, celle de l'investissement généralisé et la fonction de coût OM recue au système d'écoulement de différents types des installations d'épuration d'eau.



Les fonctions contiennent la situation prévisible de la production d'eaux résiduaires en 1985, dans le cas de chacun des polluants, et les fondements de ces présomptions.

Enfin, les critères fondamentaux du modèle peuvent être résumés comme suit: le modèle est la combinaison, d'un modèle de sous-système d'eau basé sur le COD, et des fonctions de coûts de diminution de la pollution. Le modèle est statique, concernant la situation de 1985, et déterministe. Le modèle de planification économique, offre pour les polluants respectifs, une ou plusieurs alternatives discrètes de diminution de la pollution. Le procédé opératoire signifie une approche du côté de recherches. Le modèle est un modèle d'optimisation limité d'après la fonction de visée suivante:

La minimisation des coûts nets par an auprès de la réalisation de la qualité de l'eau donnée /exprimée en COD/. Le modèle suppose un débit d'eau de  $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$  à la limite du modèle qui s'accord avec un débit d'eau de stabilité de 90 %, et ensuite suppose qu'en fonction du débit supposé, ci-dessus, la concentration de COD de la Sajó est de  $60 \text{ gr}/\text{m}^3$  dans la zone frontière du pays.

Au cours de la réalisation du modèle, la stratégie d'investissement alternative était élaborée en deux situations fondamentales: prenant en considération les valeurs de limite, seulement de la Sajó, ou celles prescrites sur le fleuve Sajó + ses affluents. D'après les calculs relatifs aux deux stratégies, il y avait des différences importantes sous le rapport des dépenses annuelles. Les différences allèguent les coûts nécessaires pour l'amélioration de la qualité de l'eau des affluents.

Les résultats acquis au cours des calculs du modèle diffèrent sur plusieurs points des prescriptions hongroises / $75 \text{ gr}/\text{m}^3$  de valeur de COD aux points d'introduction d'eau résiduaires/; là où il y avait encore une réserve de capacité pour la réception du courant de matière de COD, le modèle se contentait d'une efficacité d'épuration plus basse /avec une moindre exigence de coût, sans doute/ tandis que dans le cas contraire on reçoit de valeurs plus rigoureuses.

En satisfaisant aux objectifs opératoires du modèle, on a préparé un modèle optimisant la cadence des investissements, dont la tâche fondamentale est d'établir un ordre d'investissement, en fonction des limites financières /annuelles/, données, qui réalise le plus vite possible, les soins de propreté du cours d'eau.

#### LES EXPÉRIENCES DES CALCULS DE MODÈLE ET LES PROPOSITIONS POUR DE NOUVELLES RECHERCHES SUR LA RÉGULARISATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Les calculs du modèle se révèlent réellement pratiques en fonction des expériences. Ils peuvent assurer une base pour la préparation des décisions d'investissements relatifs à la régularisation de la qualité de l'eau d'un système hydrographique donné. La méthode de la préparation de décision, en fonction du modèle rend possible la réalisation des objectifs de protection de la qualité de l'eau, avec des sacrifices économiques, pas plus grands que le nécessaire. Une première condition de cela est de prendre en considération les perspectives de développement de la région donnée.

D'après notre hypothèse le modèle est également apte, à la préparation des décisions d'établissement de nouvelles usines. Ainsi, quand on a le projet de construire des établissements industriels, émetteurs d'eaux résiduaires et/ou consommateurs d'eau, à un endroit de la rivière, où la capacité d'assimilation est limitée, à l'aide du modèle il est possible de déterminer la décision de telle façon, que soit assurée la protection de la qualité de l'eau, avec des coûts peu élevés si possible /en tenant compte, bien sûr, aussi des conditions d'établissement d'autres industries/.

Pour rendre plus précises les préparations des décisions, dans l'avenir il est nécessaire de compléter les calculs du modèle du point de vue économique et technique. Entre autres nous pensons :



- à la transformation du modèle mathématique du fleuve en fonction de plusieurs paramètres,
- aux conditions financières et techniques d'intensification de l'économie d'eau, à l'intérieur des usines, ainsi que le profit économique et écologique que l'on peut en retirer,
- à la confrontation des coûts du retournage d'eau aux coûts de l'épuration d'eau,
- aux coûts et aux effets écologiques de l'eau gagnée des réservoirs compensateurs de débit d'eau,
- au recoupement des coûts de la préparation de l'eau des consommateurs d'eau /la filtration et la clarification des eaux/ et l'épuration d'eaux résiduelles.

## CONCLUSION

La complexité et la variabilité embarrassantes des questions et des problèmes poussent les experts s'occupant de l'économie de la qualité de l'eau, à établir des stratégies et des réponses efficaces, dans les cadres financiers et dans les limites de temps. La variabilité et intensité des exigences de la qualité et de la quantité d'eau s'accroissent dans une telle mesure, que l'on doit accorder les objectifs des travaux de planification et de politique économique avec les réserves disponibles. La reconnaissance et l'acceptation générale de la conception de la conservation de l'environnement ainsi que l'opinion publique, qui changent rapidement, rendent la situation des experts de plus en plus difficile. Si le processus de prise de décision devient toujours plus complexe, il va de soi, que celui qui la prend, a reçu, par les modèles d'opération, de nouveaux moyens, qui facilitent son travail.

L'économie géographique - l'économie régionale - peut - dans son propre domaine - contribuer avec le modèle présenté dans cette étude, ou avec des modèles semblables, à la formation des aspects de la protection de l'environnement au sein de la politique régionale, qui est de nos jours indispensable. Un modèle d'opération semblable est en train de se préparer pour le lac Balaton.

ÉTUDE DES NUISANCES APPORTÉS À L'ENVIRONNEMENT PAR LE  
DÉPÔT DE LIMON ROUGE PROVENANT DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM,  
EN UTILISANT UNE MÉTHODE BASÉ SUR LA TÉLÉDÉTECTION

Marie Domokos

Les nuisances apportés à l'environnement par les établissements industriels sont bien connues. Les intéressés à ce problème cherchent à donner une justification technique acceptable à ce phénomène négatif, prétendant que ce ne sont que des effets de micro-environnement, bien localisables.

Cette affirmation est cependant une simplification des choses, puisque les établissements industriels /micro-environnement industriel/ exercent une influence importante sur le macro-environnement aussi. En fonction de leur caractère, ils nuisent à la lithosphère, à l'hydrosphère, à l'atmosphère ou à toutes les trois.

Cela est encore pire si la technosphère locale n'est pas intégrée à une circulation comme les facteurs naturels mentionnés. Même des établissements industriels ne produisant pas des déchets peuvent être très nuisibles à l'environnement; les procédés produisant beaucoup de déchets sont d'autant plus graves pour une région ou une surface réceptrice.

Cette catégorie comporte, parmi les industries de Hongrie, en premier lieu l'industrie de l'alumine dont chaque étape d'activité produit des contaminations. Les formes principales de dommages causés à l'environnement sont:

1/ La contamination de la région pendant le transport et le stockage du matériau parce qu'une grande quantité de particules solides sont dispersées par les appareils de transport et de manutention dans l'air et dans le sol.

2./ La transformation en usine des matières premières produit de grandes quantités de poussières, de fumées, de chaleur,



d'eau alcaline gravement contaminée, ainsi que de limon rouge ou boue comme déchets.

3./ Les dépôts de déchets sont également nuisibles à l'environnement.

4./ Les eaux de nuisellement ou - pour des réservoirs sans étanchéité, - les eaux souterraines font entrer dans l'hydrosphère environnante les contaminations chimiques concentrées dans les boues à haute température. Pour des sols perméables, la contamination atteint la nappe phréatique ce qui risque de compromettre l'alimentation en eau de la région. Pour un sol argileux, la capacité d'aération du sol diminue, sa température s'élève, ce qui entraîne la destruction des micro-organismes du sol.

Autour des usines d'alumine, on observe souvent une sodification secondaire, la destruction de la végétation, le déséquilibre écologique et une forte contamination de l'atmosphère.

La plus petite des usines d'alumine hongroises est celle de Mosonmagyaróvár, qui déjà, avant la deuxième guerre mondiale, avait une production considérable.

En 1978, la Chaire de Photogrammetrie de l'Université Technique de Budapest a été invitée à faire l'étude complexe d'environnement de l'Usine d'Alumine de Mosonmagyaróvár.

C'était la première étude complexe d'environnement combinée avec la détection à distance, utilisant des données de photogrammétrie aérienne multispectrale et des essais thermiques. Les données de référence terrestres ont été obtenues en partie de l'usine comme "séries de données", et en parti par les chercheurs, par prélèvement synchronisé sur place.

Ce sujet demandait un traitement particulier, à la différence de nos activités générales de caractère plutôt "routinier".

En première approximation, on a cherché à formuler le problème, suivi par la composition du schéma fonctionnel de l'ac-

tivité de recherche. En possession des relations, le travail a pu être amorcé. Le problème formulé avait une portée technique, économique et sociale. De ce système integral, d'une manière discutable certes, le groupe des sujets techniques sera considéré seul dans ce qui suit.

La description de l'état de l'environnement n'est au fond que l'élaboration d'un cadastre multilatéral /cadastrage des phénomènes/, suivi d'une analyse détaillée multilatérale. Les données et les résultats de l'analyse servaient de base à la préparation des décisions, c'est à dire à la détermination des modes de prévention.

Concrètement, l'étude avait pour but de déterminer le degré de contamination de la surface du sol et de l'atmosphère, de détecter les dommages causés à la végétation couvrant le sol et les caractéristiques de contamination des eaux. Les impératifs comportaient en sus la détermination de l'étendue de l'aire endommagée, ainsi que du système des corrélations entre les facteurs nuisibles. Le travail d'étude comprend trois grandes phases:

- premièrement, réunion des données, préparation du plan d'essais et réalisation des conditions techniques;
- secondement, analyse multilatérale des données des photos aérienne et des photos thermiques de types différents ainsi que des données d'échantillonnages différents;
- troisièmement, après l'analyse des données d'essai, élaboration des possibilités techniques de protection.

Sans aspirer à l'intégralité, les détails des opérations exécutées sont:

- 1./ Collecte des données du macro-environnement de l'usine:
  - structure géologique,
  - structure hydrogéologique /eaux de surface et souterraines/,
  - puits de contrôle et des données de forage,
  - données météorologiques,
  - végétation,



- conditions de relief,
- caractéristiques et intensité du procédé de production à l'usine.

2./ En possession des données de base, l'étude et l'exécutions des essais nécessaires:

- élaboration des plans de vol,
- sélection des points de prélèvement,
- photographie aérienne /sur matériau IR et de couleur MS KODAK/,
- prise des photos thermiques,
- prélèvement sur place à deux temps différents,
- analyse des photos aériennes,
- analyse des photos thermiques,
- élaboration des cartes de base et thématiques,
- préparation des "sandwich" et coupage selon densités,
- analyse des échantillons de sol /photométrie de flamme/.

3./ Interprétation des données de micro-environnement:

- préparation des cartes de contamination superficielle /Na, Fe, Mg, etc./
- élaboration des cartes de végétation,
- élaboration des cartes de circulation des eaux souterraines /Na, Fe, Mg, pH, °C/.

/La carte synoptique de l'usine est présentée sur la figure 1./

4./ Interprétation des données de macro-environnement:

- élaboration d'une carte de contamination superficielle,
- élaboration des cartes de circulation des eaux souterraines,
- examen de la région affectée par le vent, etc.

Une partie de la carte de contamination en Na est présentée sur la figure 2. Les zones d'attraction du vent ainsi que la direction de l'écoulement de l'eau de la nappe phréatique sont réunies sur la figure 3.

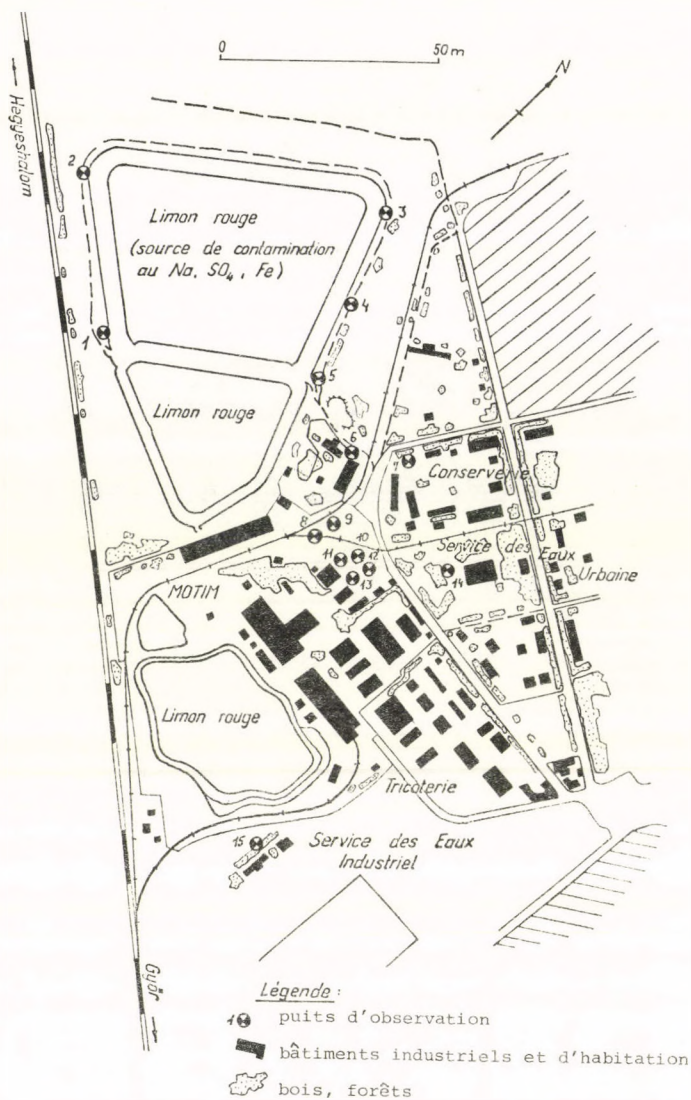


Figure 1.

Carte synoptique des régions de limon rouge



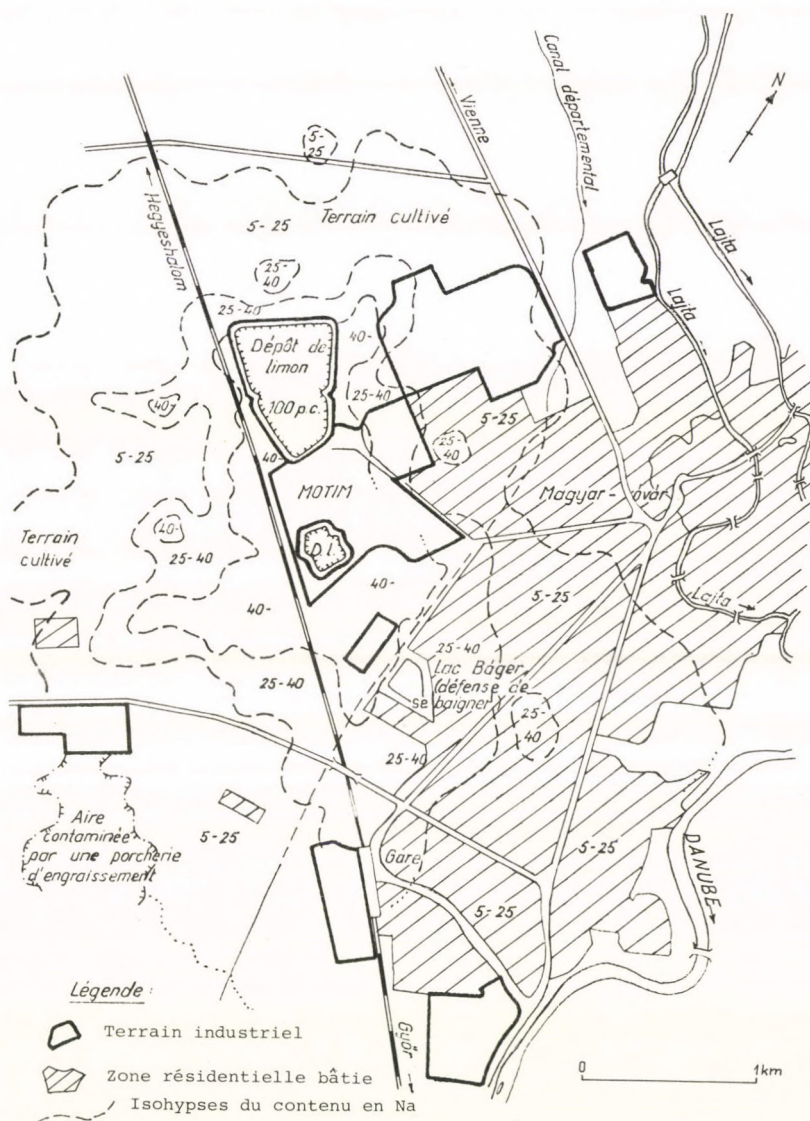


Figure 2.

Pourcentage de sodium dans le sol

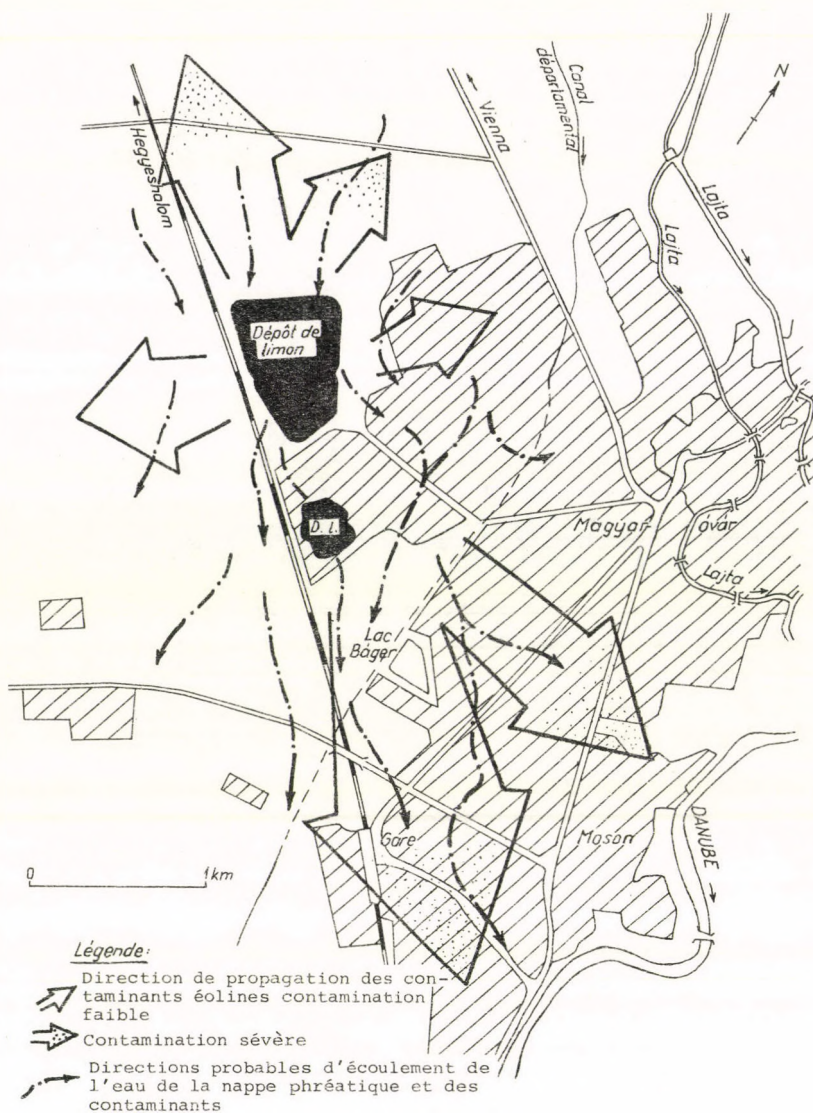


Figure 3.

Carte synoptique de l'effet du vent et des directions d'écoulement de l'eau de la nappe phréatique



5./ Méthodes possibles de protection:

- système pratique de dépôt et recouvrement de terre végétale,
- plantation d'une bande forestière et de végétaux résistants à la soude,
- si possible, étanchéité des nouveaux bassins de limon,
- réduction de l'effet thermique par voie chimique,
- recultivation biologique etc.

Les résultats de l'étude ont été rassemblés, sous forme de données plutôt inquiétantes, dans treize cartes thématiques différentes.

CONCLUSION

L'évaluation des données a démontré que la contamination superficielle touchait toute la région de Mosonmagyaróvár /cca 25 km<sup>2</sup>/.

Toute la région est également affectée par la pénétration dans le sol de la contamination superficielle, due à l'irrigation. En outre, les eaux souterraines ont propagé le sodium concentré sur une grande superficie, étant donné la faible étanchéité des dépôts de limon; il en est résulté un enrichissement en agents chimiques de sol pendant les 20 ou 30 dernières années, élevant la valeur du pH à 9-10 et la température des eaux dans les puits d'observation auprès des anciens dépôts de limon à plus de 16 °C. Tout ceci contribuait à mettre une grande partie du sol dans l'état de sodification secondaire.

Les essais de thermovision révèlent en même temps des processus thermiques superficiels importants et la recultivation biologique du sol engendrerait des investissements techniques importants.

En ce qui concerne le dépôt des déchets industriels, il fut établi que l'emplacement du dépôt était mal choisi, d'une

part parce qu'il est sur une partie élevée de la région /ou le vent emporte librement le sodium concentré aux alentours/, d'autre part, étant donné la proximité des services des eaux urbaines et industrielles; troisièmement, parce que l'étanchéité prescrite a été exécutée d'une manière insuffisante /on s'est contenté d'une étanchéité naturelle, en fonçant les bassin jusqu'au sol argileux, sans étanchéiser les parois/.

Le stockage du limon rouge et ses effets néfastes sur l'environnement sont des problèmes sérieux à l'échelle mondiale. Si la superficie des dépôts des déchets thyxotropiques dépasse la moitié de la surface réceptrice, l'équilibre écologique de la région est sévèrement compromis et même les bassins versants environnants reçoivent des contaminations de fond importantes. Le processus esquissé peut transformer des régions étendues en paysages lunaires. La recultivation biologique est très longue et prohibitivement coûteuse.

La seule méthode de protection moderne est une technologie close de trois ou quatre usines superposées /transformant mutuellement les déchets/ en collaboration.



LA CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE SA DYNAMIQUE  
EN MILIEU URBAIN ET PÉRI-URBAIN: SOURCES, MÉTHODES ET PROBLÈMES  
/La carte au 1/25 000 du Val-de-Marne/

Jean Steinberg

I. ORIGINES, OBJECTIFS ET CONDITIONS DE RÉALISATION DE LA  
CARTOGRAPHIE

1./ Cette cartographie s'inspire de la légende établie dans le cadre de l'une des Commissions du Comité National de Géographie, sous la direction du Professeur André JOURNAUX. Cette légende a été mise au point en mars 1975, lors des Journées Géographiques de Nice. L'idée nous est donc venue de l'adapter au contexte urbain et péri-urbain qui constitue l'essentiel de nos préoccupations en matière d'enseignement et de recherche à l'Université Paris-Val-de-Marne de Créteil, dans la banlieue sud-est de Paris.

2./ Nous sommes parvenus à intéresser à ce projet le Groupe d'Etudes et de Programmation de la Direction Départementale de l'Équipement du Val-de-Marne, qui est chargé d'élaborer les plans d'urbanisme locaux: Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme pluri-communaux, Plans d'Occupation des Sols communaux. Les responsables des études d'aménagement de cet organisme ont en effet estimé que la carte de l'environnement pourrait avantageusement s'intégrer aux études préalables à la mise en oeuvre des SDAU, en cours à cette époque. En outre, la loi de juillet 1976 instituant les études d'impact avant toute réalisation d'aménagement et d'urbanisme de quelque envergure justifiait à son tour une telle procédure.

Un premier essai a été réalisé en 1976-77 sur la zone couverte par le SDAU "Ivry-Rungis" qui comporte neuf communes sur la rive gauche de la Seine, à proximité de Paris. Puis, en 1978,

deux autres SDAU ont été couverts, "la vallée de la Bièvre" à l'ouest d'Ivry-Rungis /cinq communes/, et "Créteil-Villeneuve-St.Georges" à l'est, entre la Seine et la Marne /sept communes/, qui ont pris une forme définitive et viennent d'être imprimés pour une large diffusion. Ce sont ces trois documents qui sont présentés ici. Le restant du département du Val-de-Marne va être cartographié sur les mêmes bases d'ici deux ans.

3./ Une cartographie globale de l'environnement et de sa dynamique en milieu urbain dense pose de nombreux problèmes. Le choix de l'échelle constitue l'un des principaux. Nous avons été contraints bien entendu d'apporter une échelle, le 1/25 000, plus grande que pour des travaux en milieu non urbain; cette échelle se révèle commode dans la mesure où elle correspond à celle de la carte topographique régulière éditée par l'Institut Géographique National français. Par ailleurs, l'extension de la représentation à l'ensemble du département du Val-de-Marne interdit pratiquement une échelle supérieure, qui rendrait la carte peu maniable.

En revanche, le 1/25 000, étant donné la qualité et la complexité des phénomènes cartographiables, entraîne rapidement de gros problèmes de lisibilité. Aussi n'a-t-on retenu ici qu'un certain nombre de caractères, soit les plus importants /servitudes par exemple/, soit les plus directement représentables, en fonction de l'accessibilité aux sources /et de l'homogénéité des données sur le plan spatial: c'est pourquoi on a renoncé aux paramètres climatiques/.

4./ Dans son état actuel, la carte au 1/25 000 constitue ainsi un agrégat de données essentiellement qualitatives ou empiriques. Ce n'est donc pas une "carte de synthèse" au vrai sens du terme: on a simplement voulu localiser et rapprocher un certain nombre d'éléments, de manière à ce que les lecteurs puissent dégager les liens de cause à effet qui leur paraîtraient intéressants, et peut-être également déterminer un type de répartition régionale des phénomènes à partir des cartes classiques



d'occupation du sol /cf en III notre exemple de commentaire de la carte du SDAU "Créteil"/.

Il en résulte que cette cartographie, sous sa forme actuelle, ne saurait s'adresser en priorité aux chercheurs les plus spécialisés en matière d'environnement. Ses conditions de réalisation et son contenu la destinent essentiellement aux "décideurs", aux acteurs de l'aménagement et de l'urbanisme /collectivités locales, élus, techniciens/ auxquels elle devrait apporter un premier éclairage sur ces phénomènes, sur leur répartition spatiale et surtout sur leurs modes d'interaction réciproque.

## II. SOURCES ET MÉTHODES D'ANALYSE

### 1./ Données de l'environnement

On s'est essentiellement basé dans ce domaine, d'une part sur la carte topographique de l'IGN au 1/25 000, qui a fourni les repères oro-hydrographiques principaux, les limites administratives et les voies de communication; d'autre part, sur la carte des modes d'occupation du sol établie par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, qui a permis de reporter l'ensemble des données zonales /espaces verts et bâtis, emprises diverses/. Par ailleurs, ces données ont été fortement généralisées, de manière à faire apparaître le plus possible la dynamique, qui constitue bien entendu l'apport original de cette carte.

#### a./ Topographie

On s'est limité ici aux éléments de repérage essentiels, en particulier aux principales ruptures de pente: par exemple, les versants de la vallée de la Bièvre ou le talus qui sépare le plateau de Brie de la plaine de confluence Seine-Marne.

#### b./ Hydrographie

Etant donné l'échelle, là aussi ne figurent que les éléments à l'air libre, qui se circonscrivent pratiquement à la

Seine et à la Marne dans les secteurs étudiés. On a donc systématiquement renoncé aux nappes et cours d'eau souterrains, ainsi qu'à leurs modalités éventuelles d'exploitation.

#### c./ Espaces verts et agricoles

Les espaces agricoles ont été regroupés en une seule figure car il s'agit surtout, dans l'ensemble du Val-de-Marne, de zones intersticielles vouées pour l'essentiel aux cultures maraîchères, fruitières ou florales destinées au marché urbain tout proche.

En revanche, on a conservé la distinction fondamentale entre espaces verts ou non ouverts au public, qui figure déjà sur la carte de l'IAURIF, étant donné son importance évidente au niveau de la perception et de l'appréhension de l'environnement. Nous avons bien entendu actualisé ces données, notamment en ce qui concerne les acquisitions par la Région des espaces boisés du sud-est du département /Bois de la Grange, Parc de Grosbois, Bois Notre-Dame/ qui sont progressivement ouverts au public.

#### d./ Espaces bâtis ou construits

Nous avons repris ici les données de l'IAURIF en les généralisant fortement: d'une part, l'habitat a été regroupé en trois catégories principales, on a réuni ensemble les activités tertiaires publiques et privées, et on a dû renoncer à la distinction entre zones industrielles anciennes et récentes, malgré l'incidence directe sur les problèmes de nuisances qu'elle comporte. D'autre part, les différentes zones ont été notablement simplifiées dans leur nombre comme dans leur forme, de manière à permettre une meilleure lisibilité des éléments venant en superposition. Il est certain qu'une telle généralisation aboutit à une perte d'information assez dommageable: par exemple, l'imbrication étroite de l'industrie avec l'habitat est lourde de signification par elle-même.



## 2./ Dynamique de l'environnement

Sur le plan de la représentation cartographique, ces éléments sont constitués, pour la plupart, de signes ponctuels ou linéaires venant se superposer aux éléments zonaux des données de l'environnement. Ainsi par exemple les zones inondables et les carrières sont figurées par des signes ponctuels répartis de façon régulière sur les secteurs concernés /"poncifs"/.

### a./ Pollution de l'air

#### - Formes de pollution:

Leur diffusion a été représentée de manière symétrique à partir des différentes sources de pollution, c'est-à-dire circulairement autour des sources ponctuelles /usines, carrefours routiers/, ou en bandes d'égale épaisseur de part et d'autre des principales routes. En effet, il ne nous a pas été possible de prendre en compte, d'une manière suffisamment faible, les données climatiques indispensables à une telle recherche, pour deux raisons:

- Les données dont nous disposons sont encore trop fragmentaires: il existe très peu de points de mesure des émissions d'acidité forte et de fumées /six ou sept pour l'ensemble du secteur étudié/, et les recherches sur la diffusion des polluants sont encore balbutiantes à l'heure actuelle. On peut toutefois espérer que les travaux en cours dans le cadre de l'Institut de Recherche Universitaire sur l'Environnement, à Paris XII, combleront progressivement cette lacune, du moins pour le Val-de-Marne.

- En milieu urbain dense, la circulation atmosphérique se révèle très complexe: on ne peut absolument pas se baser uniquement sur les vents dominants d'ouest à sud-ouest. L'expérience montre notamment que deux types de situations météorologiques sont fortement déterminantes de pollution: d'un part, les temps anticycloniques à vent faible ou calme, surtout lorsqu'il y a inversion de température et brouillard au sol; d'autre part, les changements de types de temps, qui s'accompagnent d'une inversion thermique temporaire entre 1000 et 2000 mètres d'altitude.

#### - Sources de pollution

Industries et centrales énergétiques: on a utilisé ici le fichier des installations classées dangereuses, insalubres ou incommodes à la Préfecture de Val-de-Marne /loi de 1917 révisée en 1976/. Il existe trois classes en fonction des risques que fait courir l'exploitation de ces établissements pour l'environnement. En fait, ce classement est purement théorique car il s'agit de risques virtuels et non réellement constatés: on ne tient compte dans cette typologie que de caractères généraux, tels que la branche d'activité, la taille de l'établissement ou ses modalités d'insertion dans le milieu.

C'est pourquoi, notamment depuis l'entrée en vigueur de la loi de 1976, existe-t-il une sous-classification très détaillée et constamment remise à jour que comporte les branches d'activités véritablement susceptibles de perturber l'environnement /et que l'on trouve même en troisième classe, établissement soumis à déclaration/. Citons entre autres les n° 289/I: galvanisation, étamage ou plombage des métaux par immersion dans un bain de métal fondu /d'ou l'émission de fumées/; 400/I triperies /d'ou odeurs/; 119/I: chaudronneries et tôleries, avec utilisation d'un ou plusieurs outils mécaniques à percussion /d'ou bruit, trépidations, fumées/. C'est évidemment de cette sous-classification que nous avons tenu compte.

Par ailleurs, nous avons distingué les établissements industriels proprement dits et les centrales de production énergétique /grandes centrales thermiques, centrales de chauffage urbain, chaufferies d'immeubles d'habitation ou de bureaux/.

Enfin, nous avons distingué deux tailles d'établissements, à la fois en fonction de l'importance intrinsèque de l'installation et de son niveau présumé de pollution atmosphérique.

Aéroport d'Orly: on a repris la classification en trois zones de bruit, d'après les courbes isopsophiques: A /bruit très intense, B /bruit intense/, C /bruit peu intense/, dans l'axe des pistes principales, zones dont nous avons reporté les limites sur les secteurs concernés.



#### Autoroutes A b-B 6-H 6 et boulevard périphérique de Paris:

on a voulu tenter ici de tracer une limite de bruit gênant pour les riverains, un peu à la manière des zones d'approche des aéroports, en reprenant en l'occurrence l'équivalent de la zone B. Nous avons pour cela pris en compte deux séries d'éléments:

- a/ l'existence éventuelle de moyens de protection contre le bruit: couverture de l'autoroute H 6, construction de murs à l'Haÿ-les-Roses de part et d'autre de l'emprise;
- b/ une étude réalisée par le Service de l'Équipement chargé de l'autoroute /sis à Arcueil/ sur les conséquences de la construction du premier mur anti-bruit.

Sur ces bases, nous avons considéré empiriquement qu'une zone à niveau de bruit gênant /bruit continu de l'ordre de 65 dbA/ bordait l'autoroute sur une largeur moyenne d'une centaine de mètres de part et d'autre de l'emprise, lorsque la chaussée se trouve au même niveau topographique que les environs. Nous avons par conséquent modulé le passage de cette limite, soit en fonction de l'existence éventuelle des ouvrages anti-bruit, soit en fonction de la topographie du terrain, ceci n'étant valable qu'au niveau même du sol. Il va sans dire qu'une telle méthode devra être affinée, mais, à cette échelle, elle semble valable.

#### b./ Pollution de l'eau

Pour une première approche, on s'est limité dans ce domaine au report cartographique des points de captage d'eau à usage industriel à partir de la Seine et de la Marne, ainsi qu'aux ouvrages de déversement des eaux usées, en distinguant seulement les ouvrages publics /interdépartementaux, gérés par la Ville de Paris ou la Direction de l'Équipement, ou communaux/ des ouvrages privés. Ultérieurement, la carte représentera de manière plus précise les valeurs numériques de la pollution thermique et chimique des eaux.

#### c./ Autres types de nuisances

Ce chapitre comporte essentiellement les données recueillies sur les Plans d'Occupation des Sols des communes concernées.

Il s'agit d'ailleurs presque uniquement de servitudes apportées à l'installation de nouvelles zones de résidence ou d'activité par des éléments naturels ou humains déjà en place.

On distingue ainsi des servitudes zonales: zones inondables au moment des crues centenaires, du type de celle de 1910, carrières en exploitation ou non, servitudes radio-électriques. Il existe en outre des servitudes linéaires, par exemple le long des autoroutes /zones "non aedificandi" et "non altius tollendi", dans lesquelles les constructions sont respectivement totalement interdites ou seulement limitées dans leur hauteur/, lignes à haute tension, oléoducs, gazoducs, faisceaux hertziens.

Enfin on a fait figurer les secteurs comportant une majorité de logements vétustes /plus de la moitié des logements construits avant 1914 et sans éléments de confort/, car il s'agit d'une caractéristique de nombreuses localités de proche ou moyenne urbanisées depuis plus d'un demi-siècle.

#### d./ Travaux de défense de l'environnement

On a reporté trois séries de données:

- A partir des POS communaux, d'une part les monuments classés ou inscrits à l'inventaire du Ministère des Affaires Culturelles, avec leur périmètre de protection de 500 mètres d'épaisseur; d'autre part, les éventuelles zones de rénovation ou de réhabilitation de l'habitat ou des activités; enfin, les périmètres de protection des grands espaces boisés du sud-est du département.

- Les travaux de protection contre le bruit du trafic autoroutier: murs, couvertures des tranchées.

- La lutte contre la pollution chimique de l'air et de l'eau: il s'agit en particulier de la nouvelle usine d'incinération des ordures mise en service au carrefour Pompadour et de la grande station d'épuration des eaux projetée à Valenton.

Il n'a pas été possible, dans le temps qui nous était imparti, de faire le relevé des mesures prises par les industriels pour lutter contre leur propre pollution. Ce sera l'objet des recherches ultérieures.



### III. COMMENTAIRE DE LA CARTE DU SDAU "CRÉTEIL"

Du point de vue physique, cette zone peut se subdiviser en trois parties:

a./ La plaine de confluence Seine-Marne, au nord-ouest, à une altitude moyenne de 35 à 40 m; elle est très plate, excepté à l'endroit de la petite colline du Mont-Mesly, au nord-est, qui atteint 50 à 55 m.

b./ Le début du plateau calcaire de Brie, au sud-est, est assez monotone également, toujours compris entre 90 et 100 m d'altitude.

c./ Un talus sépare ces deux ensembles; il s'oriente sud-ouest-nord-est; sa puissance est de 50 à 60 m; sa pente est relativement régulière de l'ordre de 10 % en moyenne; cependant il est un peu plus vigoureux aussi bien à l'extrême nord-est, où il borde le confluent Marne-Morbras, qu'à l'extrême sud-ouest, où il domine le confluent de la Seine et de l'Yerres.

Par ailleurs, on peut distinguer quatre secteurs à l'intérieur de ce SDAU, qui s'organisent grossièrement en bandes est-ouest.

1./ Le nord, sur les communes de Créteil et Bonneuil, se caractérise par une occupation urbaine de l'espace récente, généralement postérieure à 1960, malgré sa proximité de Paris /6 km/. C'est ainsi que l'habitat est surtout constitué de grands ensembles collectifs; l'industrie s'organise en zones d'activités planifiées; les activités tertiaires se subdivisent en deux catégories, d'une part de grands équipements à ressort régional ou départemental /Préfecture, Hôpital Henri-Mondot, Université, Palais de Justice, Centre Commercial Régional/, d'autre part les bureaux privés du quartier de l'Echat, à Créteil. Dans l'ensemble, il s'agit d'un secteur relativement épargné par les nuisances et pollutions, d'autant plus que les créations d'espaces verts publics compensent de très loin les disparitions, avec en particulier la base de loisirs nautiques de Créteil.

2./ La partie centrale constitue un secteur encore pratiquement inhabité, en raison de l'existence de carrières et de sablières peu à peu remblayées. Des activités et des voies de transport ont occupé l'espace: gare de triage de Villeneuve-St-Georges et voie ferrée de grande ceinture /qui a le plus fort trafic de marchandises de France/, zone d'activités de Sucy-en-Brie, port de Bonneuil sur la Marne, lignes à haute tension, gazoducs, en attendant la réalisation de l'importante station d'épuration de Valenton et des autoroutes A 5 et A 87.

3./ Le sud-ouest, sur les communes de Villeneuve-St-Georges et Valenton est, sans conteste, la zone la plus polluée du SDAU: l'habitat se compose de collectifs anciens et de pavillons en lotissements, dont une large proportion est classée vétuste par les services départementaux; à l'intérieur de ce tissu se disséminent des ensembles collectifs récents. Les établissements industriels classés sont relativement nombreux, notamment près de la RN 5 et de la voie ferrée Paris-Melun. Une large partie du secteur est soumise aux bruits très intenses et intenses émis par les avions décollant d'Orly ou y atterrissant. Le confluent Seine-Yerres, à l'extrême sud-ouest, est inondé presque chaque année. Enfin, les servitudes linéaires ne sont pas absentes /lignes à haute tension, gazoducs, emprises des futures autoroutes/. On trouve cependant à l'extrémité sud de cette zone le seul espace agricole relativement vaste du SDAU.

4./ Le sud-est, sur les communes de Limeil-Brévannes, Boissy-St-Léger et Sucy-en-Brie, est relativement plus favorisé en raison de sa pénétration par de grands massifs boisés protégés et progressivement acquis par la puissance publique /Bois de la Grange, Chateau et Parc de Grosbois, Bois Notre Dame/. Certaines parties sont déjà aménagées et ouvertes au public /nord du Parc de Grosbois/. Par ailleurs, l'habitat y est moins dense et très récent dans certains secteurs /Zones d'Aménagement Concerté de Boissy-St-Léger-"La Haie Griselle" et du Fort de Sucy-en-Brie/. Cependant, les nuisances n'y sont pas ab-



sentes, en particulier la zone de bruit peu intense d'Orly, quelques installations classées et le passage de servitudes linéaires /par exemple les lignes à haute tension et le gazoduc entre le Parc de Grosbois et le Bois Notre-Dame/.

#### IV. CONCLUSION<sup>x</sup>

La cartographie de l'environnement urbain au 1/25 000 ne constitue que l'ébauche de recherches plus étendues et plus approfondies. En particulier, certains domaines ne font l'objet, au 1/25 000, que de représentations qualitatives, voire sont complètement délaissés: par exemple, les mesures du bruit dû à la circulation automobile ou celles relatives à la pollution thermique et chimique des cours d'eau ou des nappes souterraines.

C'est pourquoi il serait souhaitable d'envisager la réalisation de prototypes à des échelles beaucoup plus grandes /1/ 10 000, voire 1/5 000/, sur lesquels on pourrait véritablement expérimenter de nouveaux modes de représentation cartographique. Nous pensons en particulier au problème, évoqué plus haut, de la diffusion des polluants atmosphériques, qui justifiera notamment dans un proche avenir des investigations dans le domaine de la télédétection.

Telle qu'elle est cependant, la carte au 1/25 000 permet de dégager de nouvelles perspectives par rapport à la représentation classique de l'occupation du sol en milieu urbain et péri-urbain. Elle corrige ou affine par conséquent les typologies élaborées couramment dans ce domaine.

---

<sup>x</sup> La carte originale colorée se trouve à l'Institut de la Recherche Géographique de l'Académie des Sciences de la Hongrie.

## LA RÉGION-MODÈLE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DE TATA

Sándor Katona

Dans le cadre du dépouillement monographique de la Moyenne Montagne Transdanubienne, il semblait nécessaire d'analyser une microrégion sous ses aspects actuels. Pour effectuer cette tâche concernant la période de 1976 à 1980, une équipe de travail s'est constituée à l'Institut des Recherches de Géographie de l'Académie des Sciences de Hongrie. Nos recherches sur les aspects nouveaux signifient en premier lieu l'analyse scientifique des problèmes de la protection de l'environnement et comme telles, elles se rattachent immédiatement à l'élaboration des plans du développement et d'aménagement du territoire. Dans l'intérêt de la réalisation de nos tâches, nous entretenons des liaisons de travail étroites tant avec les institutions de planification qu'avec celles de la pratique locale.

L'établissement de la région-modèle fut motivé par les raisons suivantes:

1. Elle est une unité de géographie physique /morphologique et hydrographique/ et une microrégion peut être nettement délimitée. Elle englobe le territoire /564 km<sup>2</sup>/ du bassin-versant du cours-d'eau Által-ér /51 km/.

2. Son économie est caractérisée par plusieurs sortes d'activités particulièrement nuisibles à l'environnement /exploitation de charbon, centrales thermiques, fabrication de matériaux de construction/. L'action nuisible de l'homme sur son environnement a déjà dépassé à plusieurs égards la mesure admissible. Le bilan hydrique a subi une rupture sur ce territoire et la densité de la population plus élevée que la moyenne du pays en font l'un des territoires dont l'air est le plus pollué de Hongrie.



3. La concentration des forces productives est notable, et l'influence sur l'environnement naturel est considérable à cause de la densité de la population /254 personnes par km<sup>2</sup>/ dépassant du double la moyenne hongroise. Son taux élevé d'urbanisation est souligné par le fait que les 4 cinquièmes des 135 000 d'habitants de la région se concentrent dans trois villes - Tatabánya, Tata, Oroszlány.

4. Conformément à cette situation particulière elle a une organisation administrative autonome, les communes dites "périurbaines" se rattachent par la voie administrative aux villes. La région-modèle ainsi constituée englobe les trois villes déjà nommées et 14 communes des environs sur une territoire de près de 520 km<sup>2</sup>. En comparaison, le territoire de 525 km<sup>2</sup> de Budapest ayant 2,1 millions d'habitants est découpé en 22 unités administratives ou arrondissements.

5. En ce qui concerne le réseau urbain du pays, la région-modèle est située dans la zone urbaine dite "centrale" entre la capitale hypertrophiée et la ville frontalière périphérique de Győr qui a une fonction régionale. La domination socio-économique du territoire est assurée par le chef-lieu, Tatabánya /75 000 habitants/ qui est un centre supérieur du réseau urbain du pays, à 60 km à l'Ouest de Budapest, sur les voies principales de communication menant à Vienne /chemin de fer électrifié, route internationale E5/ et au Nord vers la frontière /Komárom/ avec la Tchécoslovaquie limitrophe.

6. A la limite Nord de la région le Danube:

- signifie des possibilités d'approvisionnement en eau industrielle et en eau potable;
- est une voie fluviale dont l'importance s'accroîtra après la réalisation du canal Rhin-Main-Danube;
- offrira la possibilité d'étendre les zones de loisirs après la réalisation du barrage de Nagymaros, dans une région d'industrialisation poussée.

7. Le ressort du développement de son économie à long terme réside dans les ressources importantes de lignite et de bauxite situées dans l'avant-pays des montagnes Vertes et Gerecse, sous le niveau d'eau karstique. Elle est promise à un développement dynamique dans le cadre du "programme Éocène" commencé dans la période actuelle du Plan. Mais la prépondérance de la vie économique se transfère graduellement vers l'Est dans le secteur de Bicske /nouvelle centrale thermique, fabrique de ciment/.

Au cours de cette communication, nous nous proposons à présenter les problèmes de protection de l'environnement de cette région urbanisée, l'importance des activités anthropiques nuisibles et les mesures prises dans l'intérêt de la protection. Dans ce cadre, seront esquissés les problèmes suivants:

- la pollution de l'air
- la pollution de l'eau
- l'érosion et l'amélioration du sol
- le dépôt des déchets
- la protection de la nature

#### a/ La pollution de l'air

La pollution de l'air est apparue en Hongrie peu de temps après la deuxième guerre mondiale. La première alerte de "smog" a eu lieu au milieu des années cinquante à Budapest et celui-ci s'est produit déjà plusieurs fois sur le territoire des concentrations industrielles, notamment dans le bassin de Tata, mais on n'a pas pris conscience de son danger. Par le haut degré de son industrialisation, le comitat Komárom est un des territoires les plus pollués du pays. L'intensité de la pollution locale est prouvée par le fait que le comitat occupe la première place dans le pays en ce qui concerne l'émission de poussière /fabriques de ciment/. Les masses d'air chargées des polluants de diverses origines industrielles se propagent sous l'effet des vents d'Ouest sur les régions orientales et contribuent visiblement à l'aggravation de la situation de l'environ-



nement atmosphérique de la capitale. La situation de Tatabánya dans le demi-bassin creusé dans l'avant-pays NW des montagnes Gerecse et Vértes est particulièrement difficile. Par temps calme, les fréquentes inversions atmosphériques contribuent à ce que Tatabánya soit devenue la ville dont l'air est le plus pollué de Hongrie.

A partir des séries de données sur la pollution de l'air mesurées par une chaîne de stations depuis près d'une décennie, on a effectué la qualification de chaque agglomération conformément au degré et au caractère de la pollution de l'air /KSH 1978/. Dans le résumé ci-dessous nous ne mentionnons que les centres qui ont été visités par les participants du Colloque.

I. Agglomérations polluées outre mesure. Ce sont celles qui sont atteintes dans une très grande mesure par plusieurs formes de pollution. Du point de vue de la pollution de l'air et de l'hygiène des collectivités, cette situation est fortement dommageable et des mesures d'urgence sont nécessaires /Tatabánya: poussière, dioxyde de soufre, fluor, la tendance s'aggravant faiblement/.

II. Agglomérations fortement polluées. Celles dont l'atmosphère est polluée dans une grande mesure par plusieurs sortes de matériaux polluants /Budapest: dioxyde de soufre, dioxyde de carbone, gaz nitreux - tendance inchangée; Dorog: poussière, dioxyde de soufre - tendance inchangée/.

III. Agglomérations assez polluées. Ce sont des villes dont l'atmosphère est chargée de plusieurs sortes de matériaux polluants /Dunaujváros: poussière - tendance allant en s'aggravant/.

IV. Agglomérations moyennement polluées. Pollution de l'air provoquée par une usine qui affecte moins d'habitants par rapport au groupe précédent /Lábatlan: poussière - tendance s'améliorant faiblement/.

V. Agglomérations faiblement polluées. La quantité de matériaux polluants dépasse par endroits au quelquefois la concentration tolérée /Szeged: poussière, dioxyde de soufre - tendance inchangée/.

VI. Agglomérations non polluées. Celles où la pollution atmosphérique ne dépasse guère ou seulement dans très peu de cas la limite tolérée /Székesfehérvár/.

Dans les villes dont l'air est le plus pollué, l'émission des matériaux polluants est indiquée par le tableau suivant /KSH 1978/.

Tableau 1. Emission /en tonnes/ 1976

Villes	Dioxyde de sur- face	Oxyde de carbo- ne	Oxides d'a- zote	Flu- or	Am- mo- nia- que	Polluants solides	Total	%
Tatabánya	65.184	9.805	1	149	-	23.293	98.432	42.81
Oroszlány	102.601	-	292	-	-	5.398	108.291	47.03
Dorog	10.163	946	-	-	1	3.709	14.819	6.44
Szöny	3.821	-	-	-	-	34	3.855	1.67
Tata	1.415	106	5	-	-	552	2.078	0.9
Kisbér	675	-	-	-	-	483	1.158	0.5
Komárom	346	42	-	-	-	420	808	0.35
Esztergom	452	-	-	-	-	197	649	0.3
Au total	184.657	10.899	298	149	1	34.086	230.090	100.0
%	80.27	4.73	0.13	0.06	..	14.81	100.000	

Le tableau ci-dessus paraît être en contradiction avec la conclusion que Tatabánya est la ville ayant l'air le plus pollué du pays. En fait, les valeurs d'émission élevées de Oroszlány sont provoquées par la centrale thermique implantée en bordure de la ville limitrophe de Bokod, qui pollue dans une mesure réduite l'espace bâti au sein de la ville. Par contre, les usines de Tatabánya polluent l'air immédiatement au voisinage des grands ensembles et elles chargent donc la couche atmosphérique de la ville même.



La situation de la pollution de l'air à Tatabánya a été étudiée pour la première fois par J. MÓRIK au cours des années 1954-1956. Dans sa monographie /1960/ il analyse les facteurs de pollution, examine les sources principales et montre les modes d'amélioration de la situation de l'environnement atmosphérique. En 1970-71 des mesures minutieuses ont été effectuées par l'OKI /Országos Közegészségügyi Intézet = Institut National de l'Hygiène Publique/, puis par la KÖJAL /Közegészségügyi és Járványügyi Állomás = Station d'Hygiène et d'Épidémie/ du comitat. Leurs données offrent même aujourd'hui une base digne de confiance pour analyser les changements de la situation de l'environnement dans plusieurs domaines. En 1973 fut créé le réseau national pour l'analyse de l'atmosphère nommé RIV /Regionális Immisszió Vizsgáló Laboratórium = Laboratoire Régional pour l'Analyse de l'Emission/. Le centre de ce réseau est pris en charge par la KÖJAL du comitat à Tatabánya. Il y a près de six mois que l'on effectue ici des prélèvements d'échantillons et des examens réguliers /L. CSINÁDY 1977/. L'Institut de Recherches de Géographie de l'Académie des Sciences de Hongrie est en liaison étroite avec la KÖJAL du comitat d'où il reçoit - entre autres - les données de la pollution de l'air pour ses cartes de qualification de l'environnement.

La pollution de l'air de Tatabánya est examinée sur 21 postes de mesures. Les postes de mesures se situent dans toute la ville et englobent même des espaces de contrôle pour raison de comparaison. Les données ci-dessous reflètent l'aggravation de la situation de pollution de l'air depuis plusieurs années et reflètent également ses changements saisonniers en 1976 /tableau 2./.

Le tableau indique que le changement de l'état de l'environnement atmosphérique n'est pas uniforme. Tandis que dans le domaine de la pollution par l'anhydride sulfureux on peut observer une amélioration considérable de la situation, dans le domaine des poussières une aggravation notable est à observer.

Tableau 2.

Changement des immissions industrielles à Tatabánya										
Matériau polluant	Unité de mesure	Norme	1954- 1956	1970- 1971	/KSH - Csin/ Moyen- ne de					Indice norme =1
					1976 trimestres					
					1976	1	2	3	4	
Poussière de sédimentation	/g/m <sup>2</sup> /mois/	12,5	30,5	26,5	50,0	31,3	46,0	62,4	60,3	4,0
Dioxyde de soufre	/mg/m <sup>3</sup> /	0,15	0,38	0,42	0,10	0,21	0,01	0,03	0,12	0,53
Roue	/ g/m <sup>3</sup> /	50,0	-	-	25,0	..	..	11,0	39,0	0,5
Dioxyde d'azote	/ g/m <sup>3</sup> /	85,0	-	-	22,0	..	..	25,0	19,0	0,26
Oxyde de carbone	/mg/m <sup>3</sup> /	1,0	-	-	10,2	..	..	..	..	10,0



On tient compte de 16 sources fortement polluantes de la ville. Les plus importantes sont: les cimenteries et les usines à chaux, les deux centrales thermiques, la fabrique de carbure, le haut fourneau d'aluminium, l'abattoir, ainsi que les parcs à déchets et les gravats des mines. La couche atmosphérique de Tatabánya est donc chargée au cours d'une année au total par 60 000 tonnes de  $\text{SO}_2$ , 23 000 tonnes de poussières et 10 000 tonnes de  $\text{CO}$ .

Pour améliorer la pureté de l'air, on a élaboré dès 1960 un plan complexe, d'après lequel plusieurs mesures ont été prises pour améliorer la situation. Les résultats les plus importants sont les suivants:

1. Augmenter la hauteur de la cheminée de la centrale thermique n° 1 de 50 à 160 m.
2. Assainir graduellement les grands ensembles concernés outre mesure par la fumée et les poussières de la cimenterie /Mésztelep, Újtelep/.
3. La direction principale du développement urbain se fait vers Tata, à l'Ouest /Újváros, Dózsakert/.
4. Le chauffage individuel des logements sera de plus en plus remplacé par le chauffage central moderne.
5. Les cheminées de la Cimenterie, source principale de pollution, ont été graduellement munies de séparateurs de poussières à multicyclone. L'usine périmée sera de même assainie à long terme.
6. Déviation de la route internationale E5 qui traverse la ville.

Les valeurs moyennes de pollution de la ville sont déterminées par les émissions, mais les changements, le renforcement ou l'éclaircissement sont influencés par la situation atmosphérique journalière /proportion de jours calmes et direction des vents dominants/ et modifiés par les données morphologiques. A cause du bloc abrupt de Gerecse s'élevant au Nord à 150 m au-dessus de la ville, le vent dominant NW--SE prend ici une direction W--E. C'est le cas surtout en hiver, quand les vents

laminaires continentaux - froids, lents, lourds - dominant qui apportent la fumée de la centrale thermique et de la cimenterie et du haut-fourneau d'aluminium sur la Ujváros /Villeneuve/ dont la densité de logements est la plus élevée. /Près d'un tiers de la population urbaine est concentré ici./

Les grands ensembles Mésztelep et Ótelep situés au voisinage immédiat de la ville constituent le foyer le plus exposé à la pollution de l'air. Le maximum de la charge de poussières locale atteint ici  $2881 \text{ mg/m}^2/\text{année}$ , on a mesuré une charge moyenne par rapport aux  $293 \text{ mg/m}^2/\text{année}$  de charge de poussières du territoire de contrôle /CSINÁDY 1977/.

Les valeurs d'émission de l'anhydride sulfureux montrent les alternances saisonnières été--hiver, ce qui est fonction du chauffage. Ce qui joue un rôle décisif, c'est que le combustible généralement brûlé est le lignite d'origine locale dont la teneur en anhydride sulfureux est relativement élevée.

La charge de gaz carbonique dépasse largement la norme sanitaire de la ville. Les nombreuses installations de chauffage individuelles, assurant un chauffage incomplet pour les colonies de mineurs et d'ouvriers ainsi que pour les secteurs ruraux, y jouent un rôle important, de même que le transit des poids lourds traversant la ville encore aujourd'hui.

Le trafic automobile est de 399 voitures/heure et le taux des poids lourds est de 21%. Il nous faut noter à ce propos que d'après les mesures de bruit effectuées en 1977 /KSH 1978/ la valeur moyenne du niveau de bruit était de 60,5 dB/A. Il est utile de retenir que le bruit venant de la route de transit tracée dans la vallée et sur le piedmont s'entend de très loin et est intensifié par les flancs de la montagne - surtout à cause du trafic des camions et des gros porteurs de ciment.

b/ La rupture de l'équilibre du bilan hydrique  
Analyse qualitative et quantitative

Les particularités des milieux aquatiques ont été de tous temps déterminées par le Danube qui s'écoule lentement au Nord



de la région, ainsi que par le système spatial des eaux karstiques qui caractérise à l'Est les calcaires triasiques de Dachstein et la dolomie principale triasique, ainsi que les calcaires de l'Éocène porteurs des gisements houillers des montagnes Vértes et Gerecse. La région-modèle est homogène - c'est une microrégion délimitable en premier lieu sur des bases hydrogéographiques, le bassin-versant du ruisseau Általér. Le ruisseau était alimenté par des sources apparaissant à la surface du sol et par des résurgences. De nos jours il est alimenté principalement par les eaux issues des mines karstiques lors de l'exploitation et il se jette dans le Danube. Sa vallée est due à la tectonique, elle constitue le paysage situé le plus à l'est du Kisalföld qui est délimité vers l'Est par les blocs brusquement soulevés des montagnes Vértes et Gerecse. Des sources thermales à gros débit jaillissaient en tous temps surtout le long de la ligne de faille du Sud.

Il y a longtemps que l'utilisation anthropique du système hydrique a commencé. C'est le changement brutal qui est caractéristique de son utilisation actuelle. L'homme préhistorique de Vértesszöllös /Homo erectus seu sapiens paleo-hungaricus/ a vécu il y a un demi-million d'années au cours de la glaciation Mindel, dans la terrasse n° IV du Danube, à une altitude de 190-200 m au-dessus du niveau actuel de la mer /soit à 80-90 m au-dessus du niveau actuel du Danube/. Une source thermique a pris ici naissance; elle alimentait le ruisseau Általér primitif et elle a attiré les hommes préhistoriques au cours de l'interglaciaire. La surface de la terrasse à faible inclinaison ne pouvait être alors qu'un terrain à mauvais écoulement, avec des eaux stagnantes, sur lequel des travertins s'étaient constitués. M. PÉCSI y a trouvé une station de l'homme préhistorique en 1962 qui fut analysé sous l'aspect archéologique par L. VÉRTES dans les années suivantes. Elle est de nos jours un lieu de découverte, de protection de la nature et de l'histoire de la culture, un musée d'une renommée mondiale, d'une importance nationale.

La région était régulièrement habitée au cours du Pleistocène. Cela est prouvé par les restes de l'homme préhistorique de type de Néandertal trouvés dans l'ancienne carrière de tufs calcaires exploitée en 1910-1912, sur la terrasse du ruisseau Általér près du lycée de Tata. Plus tard on a trouvé encore plusieurs documents d'époques plus récentes.

L'usage spontané du système hydrique, les chargements d'utilisation ont commencé déjà à l'époque romaine. Sur l'emplacement de Tata, riche en eau de source, devait exister en ce temps-là une station plus réduite. Lacus Felix fut le nom de ce lieu, d'où l'on a conduit l'eau fraîche de la source à une distance de 15 km vers le Nord, dans le camp militaire du limes riverain du Danube, nommé Brigetio /aujourd'hui: Szőny/. La modification anthropique de l'environnement des eaux date donc de l'époque romaine. C'était en ce temps-là que l'Általér coulant lentement dans sa vallée à faible pente et marécageuse, a dû être endigué probablement pour la première fois.

Les documents du XIII<sup>e</sup> siècle mentionnent déjà Tata comme la "ville des eaux" et depuis ce temps-là apparaissaient les premiers moulins à eau /l'abbaye des bénédictins, le château royal/. Dans la partie de la vallée qui se trouvait dans la grande propriété des Eszterházy, on a effectué après le refoulement des Turcs de travaux d'aménagement hydrique de grande envergure sous la direction de Sámuel Mikovinyi, ingénieur des mines de la Hongrie septentrionale. C'est alors que le système des lacs s'est formé dans son aspect actuel, constituant la base des fonctions de récréation, de sport et de repos de la ville.

Depuis la fin du siècle passé, au commencement de l'exploitation minière /1896/, des changements fondamentaux se sont produits - sur un territoire jusqu'alors à dominante agricole - qui ont concerné également le paysage et le système hydrique naturel. La population a quintuplé et la consommation de l'eau potable et industrielle a augmenté en proportion. La



grande exploitation agricole utilise pour l'irrigation une quantité d'eau de plus en plus élevée. Dans les lacs retenus dans les fonds des vallées on poursuit la pisciculture. Le développement relativement faible du tout-à-l'égout et les eaux résiduaires d'usines entraînaient ensemble l'altération de la qualité des eaux de surface.

L'exploitation du charbon /2 à 3 millions de tonnes par an; 10% de la production hongroise/ s'effectue dans le bassin de Tata dans des couches de plus en plus profondes et de nos jours elle se fait déjà beaucoup plus bas que le niveau d'eau karstique. Depuis le début des années soixante, on a commencé à pomper les eaux des mines par drainage artificiel de l'eau karstique, ce qui a provoqué une diminution rapide du niveau d'eau karstique. L'importance du problème est accentuée par le fait que de nos jours, pour produire 1 tonne de lignite, on doit évacuer quelque 10 tonnes d'eau. Dans l'intérêt de la production houillère, l'évacuation d'eau maintenue sans interruption a pris au début des années soixante-dix une ampleur catastrophique, ce qui a brutalement modifié le bilan hydrique de la région. Les célèbres sources claires de Tata se tarissaient au début des années 70. L'abaissement du niveau d'eau karstique est considérable aujourd'hui sur les territoires subissant l'impact de l'homme; ainsi il a diminué à la source Pokol /Enfer/ de Tata de 1,15 m /de 114,5 à 113,23 m/ au cours de l'année 1975 /KSH 1978/.

Les besoins croissants en eau pour l'industrie et la population ne peuvent plus être satisfaits par les lieux de prise d'eau implantés sur les sources entérieures, ni par les puits implantés sur la nappe phréatique. Leur quantité ne suffit pas, leur qualité est contestable. D'après les paramètres de quantité et de qualité en vigueur, l'utilisation des eaux profondes de bonne qualité n'est pas résolue. La majorité des besoins d'eau industrielle et d'eau potable du territoire est aujourd'hui résolue par le système régional constitué en partie par recircu-

lation, en partie par la prise d'eau de filtration riveraine ou superficielle du Danube.

Mais l'alimentation en eau potable par conduites et la consommation d'eau de surplus qui en résulte, n'étaient pas suivies dans la plupart des endroits par la canalisation, l'évacuation des eaux usées ou l'épuration convenable. Par conséquent - surtout dans les espaces majeurs en plus grande densité et dans les espaces intérieurs plus denses - la nappe aquifère devenait tellement polluée que sa teneur en matériaux polluants comme le nitrate ou d'autres matériaux d'origine biologique a dépassé à plusieurs endroits la mesure tolérée par l'hygiène publique.

Tableau 3.

Alimentation communale en eau et évacuation  
des eaux usées /1976/

Habitat	Popula- tion	Nombre de lo- gements	Densité de popu- lation	Logements approvi- sionnés en eau	Logements avec tout-a- l'égout
Esztergom	30.737	9.942	302	7.929	3.837
Komárom	12.709	4.601	276	3.929	3.265
Oroszlány	19.982	6.137	325	5.422	4.449
Tata	22.982	7.923	290	4.462	1.585
Tatabánya	72.749	24.961	291	16.751	13.930
Villes		53.564	297	38.552	27.066
Communes		52.148	303	22.613	4.450
Comitat au total		105.712	300	61.165	31.516

Sur le tableau ci-dessus on peut lire que 60% des logements du comitat sont ravitaillés en eau courante, mais 30%



seulement ont le tout-à-l'égout, c'est-à-dire que les eaux usées domestiques sont rejetées dans l'environnement par des égouts débouchant sur les rues ou par des puits absorbants. Du fait de l'ancienneté du phénomène les eaux usées rejetées ont fini par polluer dans une grande mesure la nappe phréatique, en premier lieu à l'intérieur des agglomérations.

L'alimentation en eau potable de la population du comitat est assurée à 40% encore aujourd'hui au moyen puits creusés jusqu'à la première nappe aquifère, c'est-à-dire la nappa phréatique. Mais le stock de la nappe phréatique diminue très vite à cause de l'utilisation toujours croissante et sa qualité a diminué faute de réseau d'égouts. Dans le comitat Komárom, il y a 25 agglomérations /40% du total/ dans lesquelles pas un seul puits contenant de l'eau potable n'est conforme aux normes de qualité du Statut National de l'Eau potable.

Le problème principal est celui de la concentration élevée en nitrate ion qui augmente d'une année à l'autre. 60% des puits publics enregistrés et régulièrement examinés montrent des contaminations chimiques possibles. La teneur en nitrate dépasse de plusieurs fois la quantité de 80 mg/l admissible par le statut. Une valeur de 250-300 mg/l est fréquente, mais les experts de la KÖJÁL ont trouvé dans des cas extrêmes des valeurs supérieures à 1000 mg/l. La teneur en nitrate peut être expliquée, outre la pollution communale de la nappe phréatique par l'utilisation accrue des engrais chimiques, ce qui indique que l'utilisation des produits chimiques en grande quantité d'une année à l'autre a déjà saturé l'horizon superficiel et même une couche épaisse de quelques mètres sous la surface. Cela rend urgent le contrôle de l'utilisation des produits chimiques en agriculture et la détermination scientifique des quantités effectivement nécessaires et dosables. Les conséquences de l'application intensifiée des pesticides et des détergents se feront sentir de plus en plus dans l'avenir.

L'influence de l'urbanisation sur les eaux courants peut être caractérisée comme suit. A partir de l'utilisation communale, les eaux usées des villes et des villages sont en quantité croissante. L'épuration des eaux polluées ne sera effectuée par les usines d'épuration que partiellement et sans l'efficacité convenable dans tous les cas. Les usines d'épuration sont dans la majeure partie des cas surchargées.

A Tatabánya, les eaux usées de la ville ainsi que les eaux polluées des usines rattachées aux canalisations d'égout urbaines seront épurées dans les usines équipées par des instruments d'épuration biologiques à grande puissance. La capacité d'une usine d'épuration doublement surchargée ne peut satisfaire que 65% des besoins. Il en est de même pour l'épuration des eaux usées de la commune d'Oroszlány où l'épuration ne suffit que partiellement. Les eaux usées urbaines sont nettoyées, là aussi, par une usine d'épuration biologique à grande puissance. La situation est moins favorable à Tata, où l'usine d'épuration mécanique reçoit non seulement les eaux usées urbaines, mais aussi les eaux industrielles très polluées de la fabrique de cuir rattachées également au réseau d'égout urbain.

A cause de l'épuration insuffisamment résolue des eaux usées de ces trois villes le ruisseau Általér restera extrêmement chargé, ce qui entraînera que le secteur de la vallée en aval de Tatabánya peut être envisagé comme pollué /PUTZ 1974/. D'après les analyses de l'eau prélevée sur l'Általér, les mesures efficaces prises entre 1966 et 1970 pour la protection de la qualité de l'eau /dragage de vieil lac Öreg-tó de Tata/ ont entraîné une amélioration considérable des valeurs de la consommation d'oxygène et de la teneur en matières en suspension; mais depuis 1973 on peut observer une nouvelle aggravation des indicateurs mentionnés, puisque d'une part l'augmentation de capacité du système de décantation se trouvant auprès du lac Öreg-tó a été négligée depuis sa mise en activité; d'autre part des eaux de mine ayant une concentration



de matière en suspension dépassant le niveau admissible ont été rejetées dans l'Általér.

Dans le cadre du programme de l'Institut des Recherches Géographiques de l'Académie des Sciences de Hongrie, des analyses biologiques de l'eau sont effectuées /BOKOR - MAKKOS - SZABÓ/ pour la classification du milieu hydrique de valeur réduite à partir de sa flore et de sa fauna. L'eutrophisation du vieux lac Öreg-tó a progressé, ou la suppression de la pisciculture en 1979 /"l'engraissement de l'eau" par les aliments organiques des poissons/ ne se fera sentir que dans l'avenir.

Quant aux eaux usées des villes de Komárom et d'Esztergom situées sur la Danube, elles sont rejetées dans le fleuve sans épuration.

#### c/ L'utilisation de la terre, l'érosion du sol, travaux d'amélioration

La dualité morphologique constituée au cours de l'histoire de l'évolution a marqué son empreinte sur l'image de la géographie du sol. A l'Ouest de la vallée de l'Általér, dans la région des terrasses de Tata, se sont formés des sols de type chernozems, à l'Est dans les montagnes Gerecse et Vértes des sols forestiers et squelettiques, enfin entre les deux précédents, sur le fond alluvial du ruisseau des sols alluviaux et de prairie.

Les sols des pays de collines et des plaines sont suffisamment fertiles, ce sont les terrains de la grande exploitation agricole. Après la deuxième guerre mondiale, des fermes d'État aux finages éloignés comme celle de Tata, de Környe, de Bábolna se sont constituées ici, à la place des grandes propriétés des princes Eszterházy.

Dans les montagnes, du fait de la vive dissection microtectonique et de la vigueur considérable du relief, l'érosion des sols est importante, ce qui détermine aussi la fertilité des sols. Les sols érodés ont un mauvais régime hydrique et sont

pauvres en substances nutritives. Les fonds des vallées à faible inclinaison sont d'un mauvais écoulement, ils peuvent être utilisés par des étangs artificiels ou par des prairies.

46% de la région-modèle sont cultivés, 32% sont boisés, 20% caractérisés par l'industrie et l'habitat, 2% enfin sont des marais à roseaux et des surfaces d'eau. Les trois quarts des terres cultivées ne sont pas potentiellement en danger d'érosion, un quart de tous les sols sont fortement érodés. Sur les formations loessiques et leossoïdes couvrent les versants, l'érosion linéaire creuse des sillons dans les versants, et détermine le reculement rapide des ravinements autant que la dénudation superficielle. Les dégâts que l'agriculture a subis avant l'introduction des travaux d'amélioration sont caractérisés par les données ci-dessous /P. MÓZSIK 1979/. Les dégâts causés aux récoltes par l'érosion du sol s'élèvent à 118 000 quintaux de blé, et la perte causée par l'enlèvement de l'humus coûte 10 millions de Ft par an.

Les travaux d'amélioration effectués sur le territoire-modèle résident essentiellement dans la restitution de l'état originel, proche de l'état naturel. Au temps de la culture des céréales, au siècle passé, on a intensifié le déboisement des montagnes et des collines et leur défrichement en labours. La culture effectuée parallèlement à la pente des versants a déclenché l'érosion du sol. Plus tard, quand la demande pour le blé a diminué, on a cessé d'utiliser les croupes de collines, dont la culture était coûteuse, d'où il est résulté que la surface privée de sa végétation originelle protectrice fut livrée à l'érosion. L'accroissement des territoires laissés en jachère s'est accéléré dans la période après la libération /1945/ quand la mine située à proximité a absorbé presque toute la main-d'oeuvre locale /de plus, elle a attiré la main-d'oeuvre plus lointaine/.

La logique évidente des travaux d'amélioration est qu'on tend à empêcher l'érosion surtout par reboisement des collines



et des crêtes de montagnes - en premier lieu par "l'aménagement" des environs des têtes de vallées régressantes - et par la culture en terrasse sur les territoires restés en cultures. Suite à ces travaux complexes d'amélioration, des changements importants se sont produits dans les conditions d'écoulement, ce qui entraîne une meilleure mise en valeur et rétention des précipitations, celles-ci conditionnent en revanche une végétation plus serrée.

A cause de la couverture végétale, l'érosion du sol, l'enlèvement de l'humus et le lessivage des produits chimiques inclus dans le sol ont diminué, les conditions défavorables de précipitation se sont améliorées et dans les meilleurs circonstances microclimatiques la capacité d'assimilation, fixant le gaz carbonique, est devenue plus intense.

QUELQUES EXPÉRIENCES MÉTHODOLOGIQUES SUR L'ÉVALUATION  
DU POTENTIEL DE L'ENVIRONNEMENT  
/D'après les études effectués dans le comitat Komárom/

Zoltán Keresztesi - László Rétvári

La demande visant à développer, par endroit à changer volontierement la structure économique, l'optimisation de la division territoriale du travail en fonction des ressources naturelles et en liaison étroite avec cela, l'établissement des tâches complexes servant à la protection et au développement de l'environnement exigent des analyses détaillées.

Les décisions prises en Hongrie pendant les dernières années concernant la politique de l'économie et la protection de l'environnement ont de nouveau mis le territoire du comitat Komárom au premier plan des recherches spatiales et du développement régional. L'accroissement de l'intensité des diverses recherches spatiales fut nécessité par

- l'exploitation la plus précoce possible des champs houillers ouverts dans la décennie passée et l'utilisation économique de l'énergie du charbon /programme Éocène/;
- rendre plus variée la structure de l'industrie lourde de base, héritée du passé /exploitation minière, industrie de l'énergie électrique, industrie de l'aluminium, industrie des matériaux de construction/;
- le fondement scientifique des plans régionaux /développement sélectif de l'infrastructure/ résultant de la conception nationale du développement du réseau d'habitat;
- la cartographie des changements du milieu provoqués par l'activité séculaire de l'exploitation minière et des branches de l'industrie lourde rattachées, ainsi que



l'élaboration de la protection de l'environnement et des tâches concrètes d'intervention de recultivation;

- l'établissement et le développement continu des territoires de récréation;
- les études concernant la réalisation de la voie fluviale internationale Danube--Main--Rhin et ses effets prévisibles.

Dans le cadre de cette tâche complexe, nos recherches ont été orientées vers l'analyse du potentiel de l'environnement du comitat Komárom et vers l'évaluation régionale des ressources naturelles /charbon, bauxite, matériaux de base de l'industrie de construction, sol, eau/ et des problèmes de main-d'oeuvre. Le caractère de la tâche a exigé de mettre un soin particulier aux recherches de principe--méthodologiques et par rapport à cela à l'élaboration et à l'application des méthodes de cartographie thématique.

En raison de la complexité des objectifs, nous avons invité dans notre équipe de chercheurs des géologues et des cartographes des instituts extérieurs. Les diverses études ont été effectuées par 8 spécialistes /MME I. BODZAY, Gy. HAHN, Á. JUHÁSZ, S. KATONA, Z. KERESZTESI, B. RÁTÓTI, L. RÉTVÁRI, F. SCHWEITZER/.

Nous allons rendre compte des résultats méthodologiques les plus importants de notre travail.

## 1. L'ÉVALUATION DES DONNÉES DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

### 1.1. La vigueur du relief

Le relevé des conditions de la vigueur du relief du comitat Komárom a été effectuée sur une carte au 1/150 000 /fig.1/. Pour l'unité de base de la vigueur du relief /différence entre le point superficiel le plus bas et le plus haut/ nous avons choisi 1 km<sup>2</sup>, et nous avons déterminé les catégories de la vigueur du relief de chaque km<sup>2</sup>, conformément aux conditions oro-

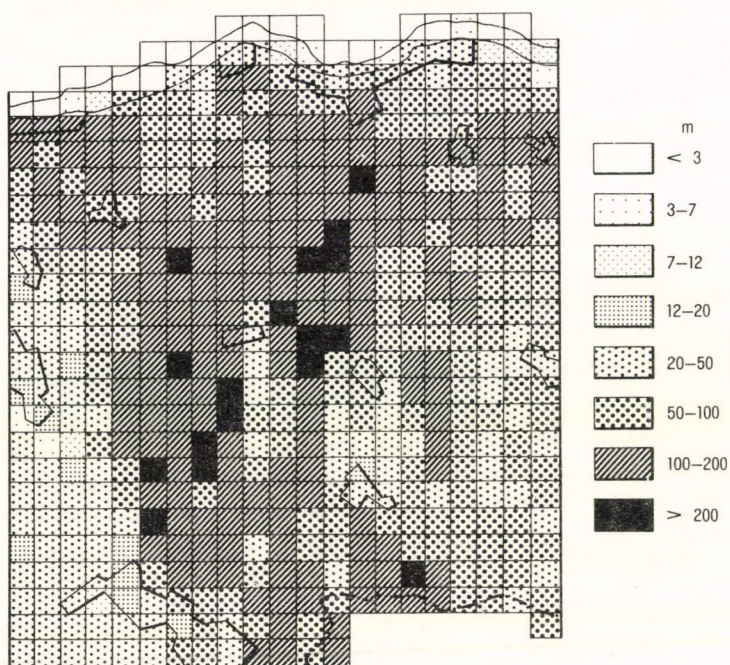


Figure 1.

Carte de la vigueur du relief  
du comitat Komárom

vigueur du relief; unité de base territoriale



graphiques variées, à partir des calculs et des expériences de terrain /au-dessous de 3 m, de 3 à 7 m, 7--12 m, 12--20 m, 20--50 m, 50--100 m. 100--200 m, au-dessus de 200 m/. Les catégories de la vigueur du relief d'une superficie de 1 km<sup>2</sup> se sont avérées convenables pour caractériser et évaluer le relief terrestre des macro autant que des microrégions. La connaissance de la vigueur du relief - tout comme celle des catégories de pentes - fournit des informations importantes, liées au terrain, pour réaliser les plans de développement de l'infrastructure.

### 1.2. Les types du relief

La carte à l'échelle de 1/200 000 /fig. 2/ rédigée au moyen de la mise en jeu des valeurs de la vigueur du relief, ainsi que celle des types de relief, élaborées par M. PÉCSI, distingue 11 types de relief sur le territoire du comitat Komárom, dont l'évaluation régionale a été effectuée en liaison avec l'utilisation territoriale d'après les différents types de lit majeur, de plaine, de bassin et de montagne.

### 1.3. Les territoires soumis aux mouvements superficiels

L'examen sur place et la cartographie d'après les types des territoires soumis à des mouvements superficiels du comitat Komárom /fig. 3/ sont du plus haut intérêt du point de vue de la lithologie, de l'orographie, de la géomorphologie, de l'hydrologie etc. les phénomènes de mouvements de masse provoqués par les interventions naturelles et humaines de différents types sont très fréquents. Ils mettent souvent en danger les agglomérations du territoire industrialisé et à très grande densité de la population, les ouvrages infrastructuraux de l'industrie déjà existants et prévus pour l'avenir, les terres arables etc.

Les examens réalisés ont dégagé d'une part les causes provoquant les mouvements de masse, d'autre part on a réussi à distinguer les types les plus importants des processus de mouve-

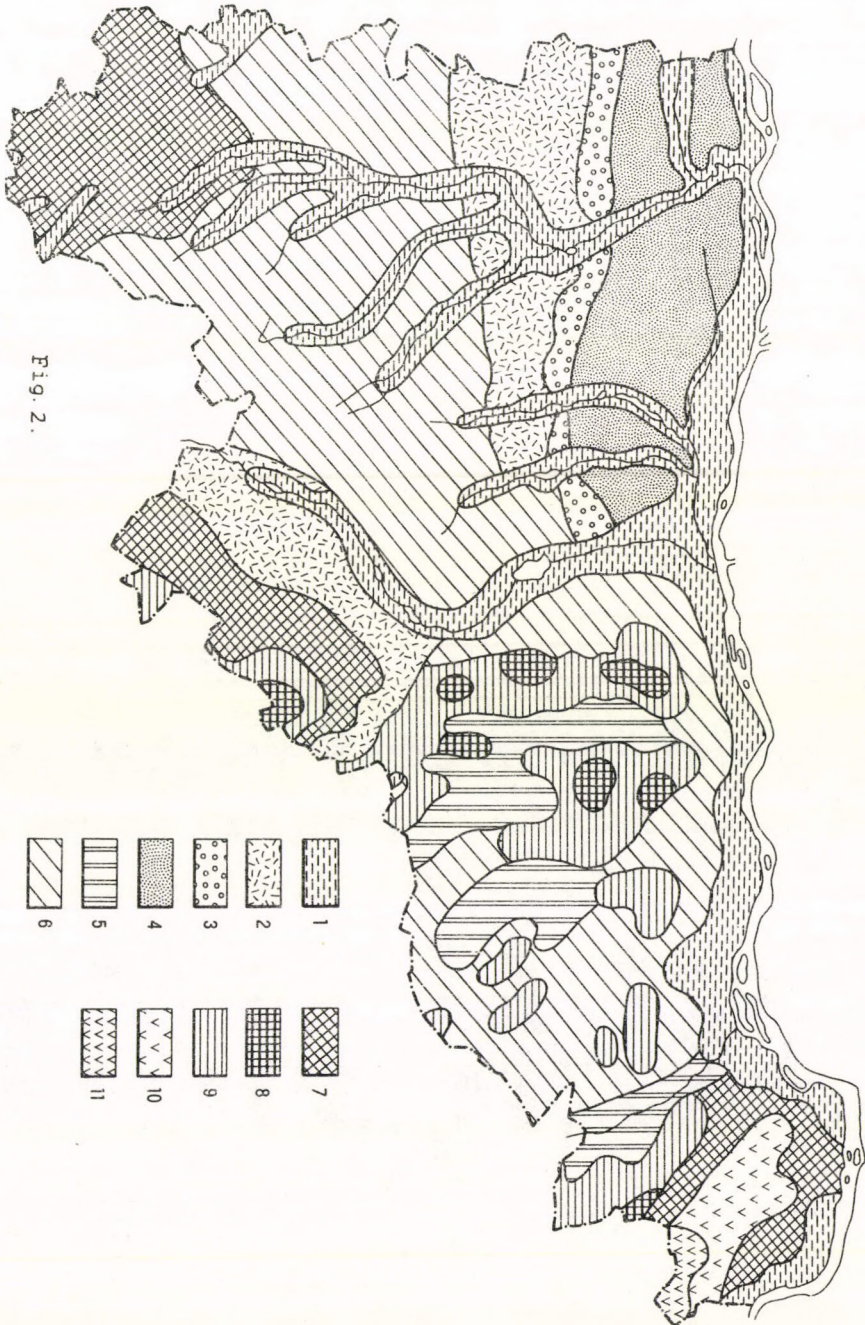


Fig. 2.



Figure 2.

Carte des types de relief  
du comitat Komárom

1 = types de formes: plaine d'inondation; 2 = plaine du cône alluvial située au-dessus du lit majeur; 3 = plaine du cône alluvial fragmenté de gravier; 4 = plaine fluvio-éolienne couverte de sables mouvants; 5 = bassins étroits entre les montagnes; 6 = région de collines; 7 = surface de piedmont, avant-pays montagneux; 8 = partie supérieure d'une moyenne montagne avec fossés-horsts /faille/ et plissements; 9 = partie inférieure d'une moyenne montagne avec fossés-horsts /faille/ et plissements; 10 = surface du toit des jeunes montagnes moyennes volcaniques; 11 = niveau plus bas des jeunes montagnes moyennes volcaniques.

ments superficiels observables sur le terrain /terrains de glissement actifs, terrains de glissement fossiles, versants à mouvements de débris, versant en danger d'érosion par ravinement, terrains d'affaissement provoqué par sapement/. Nous avons fixé les types des divers processus de mouvement auperficiel signalés aussi par les degrés de danger sur les cartes au 1/150 000 et nous avons analysé pour chaque territoire en détail les terrains en danger de glissement, en indiquant même les possibilités de protection.

1.4. Les régions de protection de la nature et des sites

Notre carte /fig. 4/ classe les ouvrages à défendre de ce territoire en quatre catégories, parmi lesquelles figurent les territoires déjà protégés par des mesures, ensuite les ouvrages prévus en vue de la protection des sites, en vue d'une protec-



Figure 3.

Territoires soumis aux mouvements superficiels  
dans le comitat Komárom

1 = terrains de glissement actifs; 2 = terrains de glissement fossiles; 3 = versants au mouvement de débris; 4 = versants en danger d'érosion par ravinement; 5 = terrains d'affaissement provoqué par sapement.



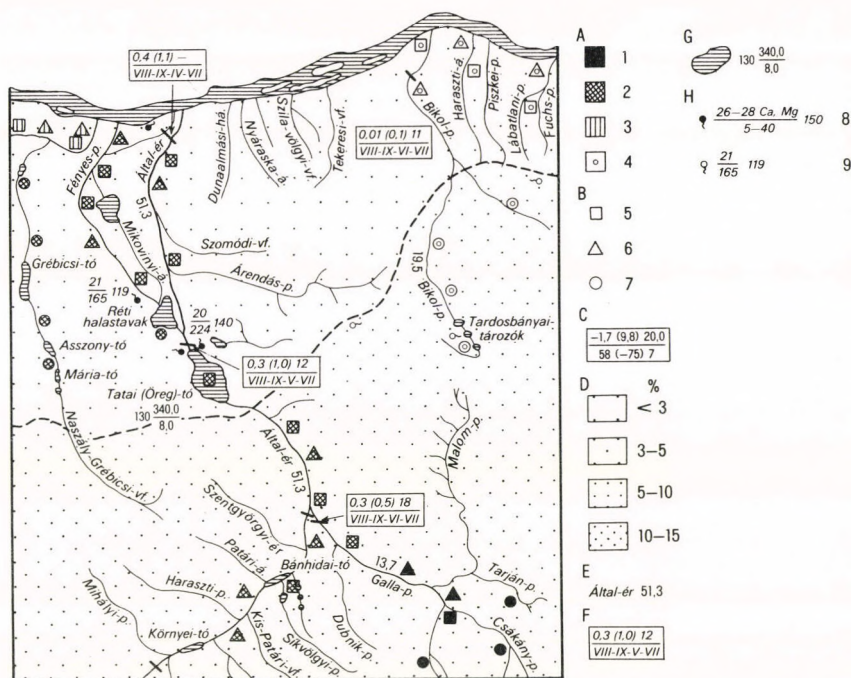


Figure 4.

### Eaux superficielles du comitat Komárom

A = Qualité des eaux: 1 = de 1<sup>ère</sup> classe - claire; 2 = de 2<sup>e</sup> classe - un peu polluée; 3 = de 3<sup>e</sup> classe - polluée; 4 = de 4<sup>e</sup> classe - fortement polluée. B = L'utilisation des eaux: 5 = communale; 6 = industrielle; 7 = agricole. C = Temperature, précipitations

Température moyenne de janvier /température moyenne annuelle/  
température moyenne de juillet

Précipitation moyenne annuelle en cm /différences entre l'éva-  
poration potentielle et précipitation en mm/ valeur de l'écou-  
lement en cm

D = Moyenne de nombreuses d'années du facteur d'écoulement /à  
un écoulement de 32 mm correspond un écoulement spécifique de  
1 l/s/km<sup>2</sup>. E = Longueur du cours d'eau en Km. F = Changement  
caractéristique du niveau d'eau

La moyenne de nombreuses d'années des débits d'étiage / $\bar{Q}_{95\%}$  /,  
/débits en eaux moyennes/ et des débits en hautes eaux / $\bar{Q}_{50\%}$  /  
s'exprime par m<sup>3</sup>/s

-- la période vraisemblable de leur apparition en mois --

G = L'altitude au-dessus du niveau de la mer des eaux stagnantes  
m territoire ha

profondeur moyenne m. H = Sources: 8 = sources thermales  
minérales; thermalité °C, éléments les plus caractéristiques  
débit l/s

9 = d'autres sources

tion sévère et particulièrement importante à cause de leur valeur géologique, géomorphologique, botanique, zoologique ou archéologique. A côté de la délimitation proposée de la région de protection des sites de Gerecse qui a la plus grande étendue, nous avons fait la proposition de protéger 40 ouvrages particulièrement importants du point de vue de leur spécialité. Sur les territoires de protection de la nature et des sites et sur les ouvrages individuels, nous avons fait une description brève, une évaluation

#### 1.5. L'évaluation des effets du milieu anthropique

L'extraction durant depuis près de cent ans des sources d'énergie et des autres matières premières minérales a entraîné dans plusieurs domaines des changements fondamentaux /fig. 5/. L'activité d'excavation de différents types et buts, les multiples interventions géotechniques ainsi que l'activité de construction des agglomérations, des établissements techniques, industriels, ainsi que l'exploitation agricole et l'économie forestière ont provoqué le changement disharmonique de la surface du sol, et la pollution accrue des eaux naturelles et de l'air. Notre carte au 1/100 000 représentant la répartition spatiale des effets anthropiques montre les processus classés en cinq types comme suit:

- a/ les surfaces technogéniques /espaces miniers, parcs à déchets, carrières, abattages à ciel ouvert, terrains économique-industriels/;
- b/ les types de milieux urbanogéniques;
- c/ les types de terrains agrogéniques;
- d/ les surfaces naturelles transformées /déboisements, percées, espaces reboisés, surfaces modérément transformées/;
- e/ surfaces naturelles non transformées.

Dans l'intérêt d'un meilleur jugement des relations entre les divers types géomorphologiques et les effets anthropiques notre carte représente également les types les plus importants de relief où ces processus avaient lieu.



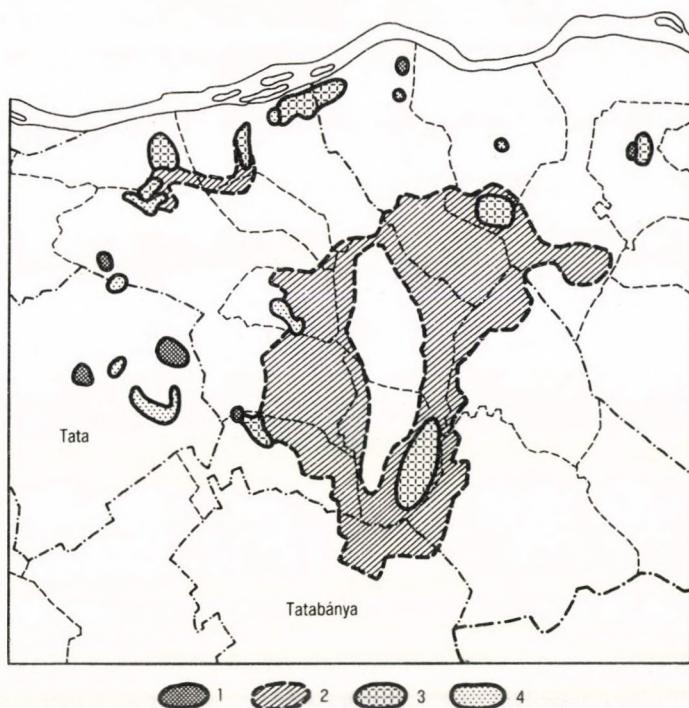


Figure 5.

Les territoires de protection de la nature  
du comitat Komárom et les régions de protection des sites de  
la montagne Gerecse

1 = territoire déjà protégé; 2 = limite proposée de la région  
 de protection des sites de Gerecse; 3 = limite proposée des  
 territoires sévèrement protégés; 4 = proposition pour protéger  
 les valeurs de protection de la nature

### 1.6. L'évaluation de l'aménagement des eaux

Le bilan hydrique du comitat Komárom fortement industrialisé, à l'agriculture développée et à la population dense, est favorable, même du point de vue de l'aménagement des eaux /Danube, réseau hydrique serré, grande quantité d'eaux souterraines profondes/. Nous n'avons étudié au cours de notre travail que le régime hydrique des eaux superficielles /fig. 6/, mais sous plusieurs aspects. Notre carte complexe rédigée à partir des données des institutions météorologiques, hydrauliques, d'aménagement du territoire représente à l'aide de couleurs, de symboles cartographiques, de chiffres et de lettres - d'après une moyenne de nombreuses d'années - les conditions de température, de précipitation et d'évaporation des différentes unités territoriales; les conditions d'écoulement aréolaire et linéaire; les cours d'eau d'après leur ordre de grandeur ou d'après les changements caractéristiques de leur niveau; les sources d'après leur altitude au-dessus du niveau de la mer, leur température, leur composition minéralogique et leur débit; les modes de l'utilisation des eaux /communale, industrielle, agricole/; la qualité des eaux divisée en quatre classes de qualité.

## 2. L'ÉVALUATION DES MATIÈRES PREMIÈRES MINÉRALES

L'étude s'orientait vers un inventaire des lignites, l'existence de bauxite et de matériaux de construction, et vers l'évaluation de leur importance dans l'économie nationale. Dans ce cadre, nous avons rappelé les effets des mesures gouvernementales prises au cours de la décennie précédente, concernant l'utilisation et la rationalisation des sources d'énergie, ainsi que l'économie de l'extraction des charbons en conséquence de la hausse du prix mondial du pétrole.



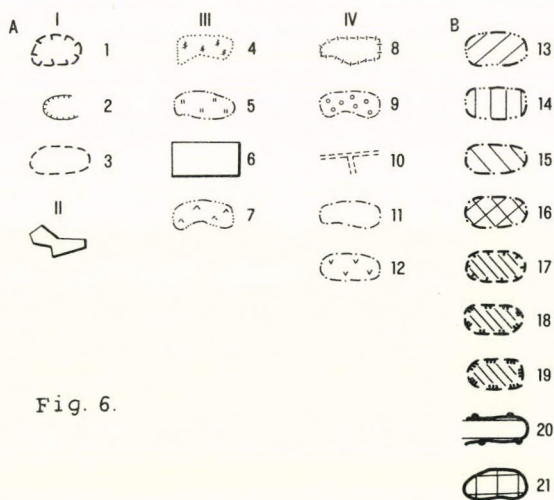
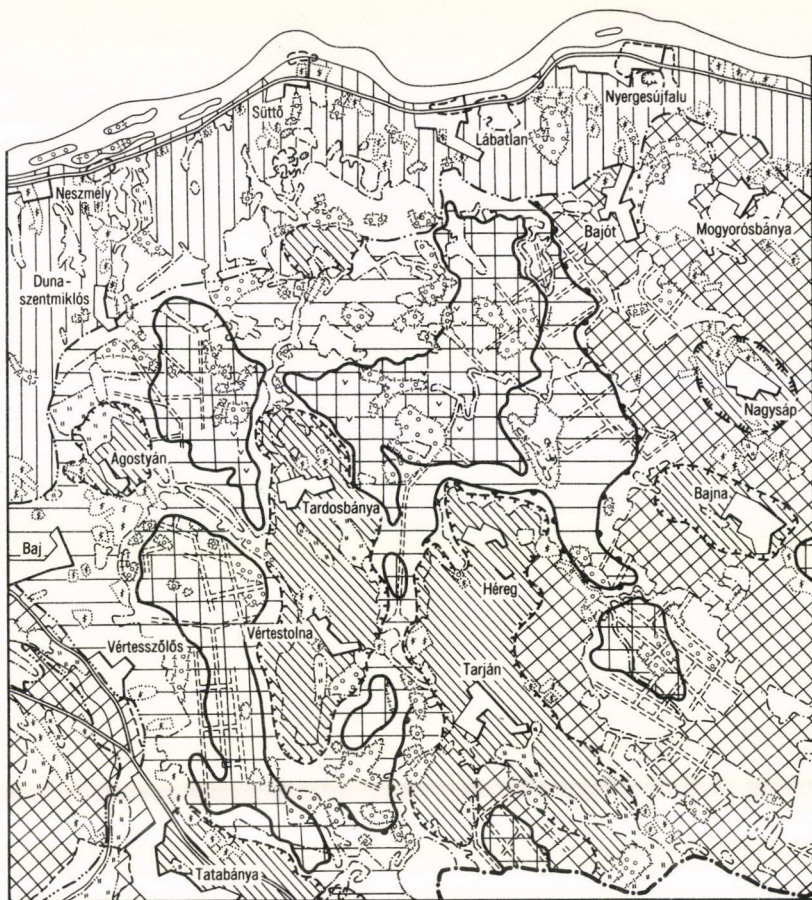


Fig. 6.

Figure 6.

Carte synoptique de la répartition spatiale  
des effets anthropiques dans le comitat Komárom

A. Superstructure anthropique - effets, types de forme. I. Surfaces technogéniques - d'après leurs fonctions; 1 = espaces de l'exploitation minière; 2 = carrières abattages à ciel ouvert; 3 = terrains entièrement économique-industriels. II. Types de milieu urbanogénique. III. Types de terrains agrogéniques d'après leur utilisation; 4 = vignoble - jardin fruitier; 5 = herbagerie - pâturage; 6 = labours - terres incultes; 7 = horticulture. IV. Surfaces naturelles - d'après la tendance du développement; 8 = types concentrés de milieu des terrains approchés à l'état reconstitué naturel; 9 = déboisements, espaces reboisés; 10 = percées; 11 = types de milieu des surfaces naturelles modérément modifiées; 12 = types de milieu stable des surfaces naturelles avec des types d'associations primaires.

B. Substrates géomorphologiques - types du relief

13 = plaines alluviales, d'inondation plus importantes; 14 = terrasses fluviales, cônes alluviaux; 15 = surfaces de collines faiblement disséquées; 16 - pays de collines fortement disséqués des avant-pays de montagnes avec des surfaces résiduelles de piedmonts et des cônes alluviaux; 17 = terrains au caractère de pays de collines des bassins; 18 = bassins entre les montagnes; 19 = demi-bassins aux bords de la montagne, bassins étroits des avant-pays de la montagne; 20 = terrains inclinés des plates-formes de piedmont; 21 - blocs montagneux soulevés à des altitudes différentes.



## 2.1. La situation de la prospection houillère et de bauxite, les perspectives d'exploitation minière

Notre inventaire caractérise et évalue les perspectives d'exploitation minière /fig. 7/ d'après environ quatre-vingt mines de lignite en fonctionnement ou non, les cinq grands bassins houillers du territoire ou d'après leurs réserves probables. L'examen des mines et bassins miniers fut effectué d'après le bilan 1977 du Bureau Central de Géologie sur les biens géologiques en lignites; sur la quantité et la qualité des biens industriels; sur la capacité possible de production. L'analyse de l'existence de la bauxite a été effectuée de la même façon.

En utilisant les données économique-géologiques concernant l'existence de charbon, nous avons essayé de constituer un système numérique d'étalonnage qui fournit des informations pour l'évaluation spatiale des divers bassins miniers. Pour la constitution système d'étalonnage spatial nous avons pris pour base la valeur "in situ" /en milliard de Ft/ des ressources de lignite industrielle des bassins miniers, et c'est ce que nous avons projeté sur le territoire du bassin minier. Les données indiquées en milliard de Ft des bassins miniers ou des mines disposant de la plus petite et de la plus grande valeur "in situ" furent classées en 9 catégories non-linéaires de valeur. Les catégories de valeur ainsi obtenues furent représentées en couleur sur une carte /fig. 8/ au 1/100 000, sur les lieux concrets de la production charbonnière. Le système d'étalonnage ainsi constitué indique donc la valeur des lignites en profondeur projetée sur un territoire donné. Notre carte indique à côté des nombres obtenus par chaque bassin minier, quelles sont les mines en exploitation, abandonnées, en réserve, probables, etc.

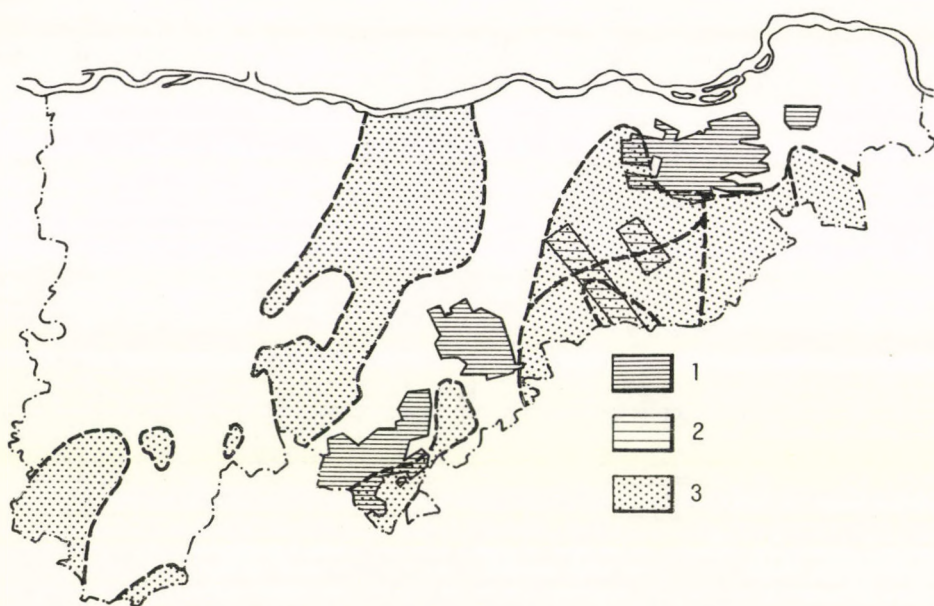


Figure 7.

Les bassins houillers et les gisements  
de bauxite du comitat Komárom

1 = bassin houiller; 2 = gisement de charbon probable; 3 =  
gisement de bauxite probable.



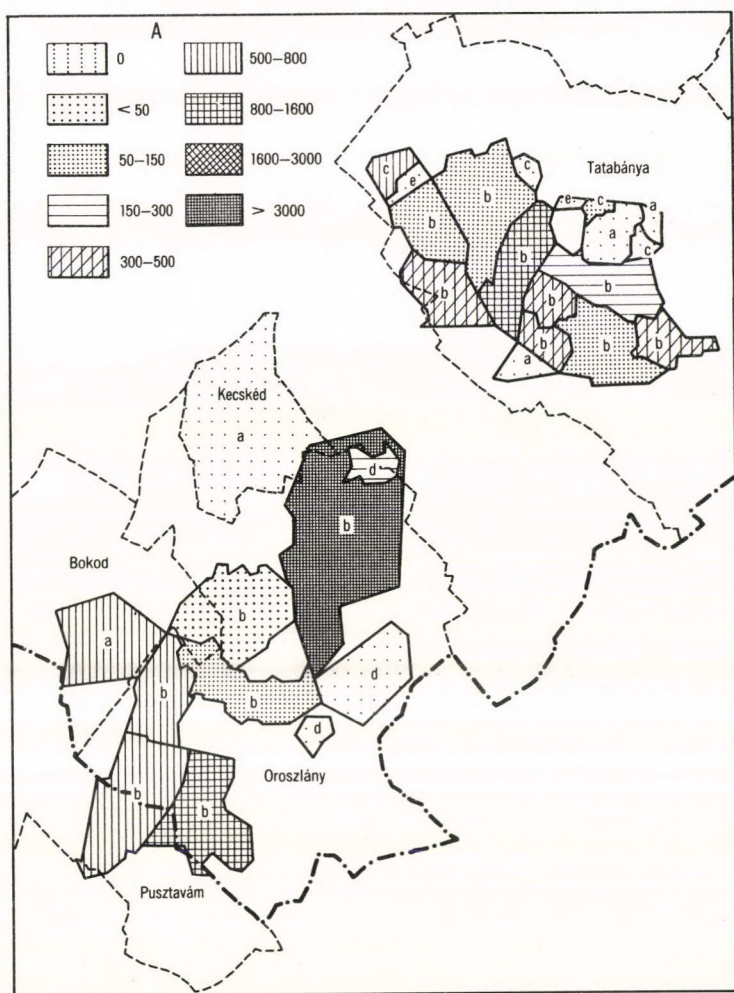


Fig. 8. Valeur in situ des biens houillers économiquement exploitables du comitat Komárom /1976/

A = la valeur "in situ" en million de Ft; B = caractère de carreau de mines; a = carreau de mine abandonné; b = carreau de mine en fonctionnement; c = territoire en réserve apte à être exploité; d = territoire exploré; e = territoire de recherche.

## 2.2. L'évaluation des matériaux de construction

Le levé cartographique des lieux de production du comitat Komárom, très riche en matériaux de construction, a été effectué au moyen d'une méthode semblable à celle appliquée pour les lignites<sup>x</sup>. Comme du point de vue des matériaux de base de l'industrie de construction, la distance est d'une importance particulière, dans l'évaluation, nous avons pris en considération l'optimisation des coûts de transport aux usines de transformation ou aux consommateurs.

La carte au 1/150 000 faisant apparaître les valeurs spécifiques des lieux de production de l'industrie des matériaux de construction et de l'exploitation minière représente en dix catégories de valeurs croissantes, non-linéairement dix sortes de matériaux de base utilisés dans la construction. La variété des minéraux est exprimée par des symboles, et l'évaluation en million Ft/hectare par des couleurs.

## 3. L'ÉVALUATION DE LA SITUATION DES TRANSPORTS

Le comitat Komárom est situé dans l'axe de transport de la région de Transdanubie du Nord qui est en même temps l'un des trajets internationaux les plus importants du pays. Le Danube qui coule à la frontière Nord du comitat connaît une importance croissante en tant que voie fluviale internationale avec la réalisation progressive du canal Danube--Main--Rhin.

Nous avons étudié en détail le réseau ferroviaire et routier d'après sa qualité et sa densité. Notre carte au 1/150 000 rédigée à partir des données accessibles des routes, des chemins de fer et des voies fluviales<sup>x</sup> fait apparaître:

- a/ le trafic journalier des chemins de fer; le mouvement des voyageurs aux gares;

---

<sup>x</sup> La carte originale colorée en manuscrit peut être inspectée dans l'Institut Scientifique de Recherches Géographiques



- b/ le trafic intérieur et le transit /trafic journalier moyen/ des agglomérations traversées par les routes en nombre de voitures /représentée en gravure/;
- c/ le trafic journalier des ports en tonnes.

#### 4. ÉVALUATION ET PERSPECTIVES DE LA SITUATION DE LA MAIN-D'OEUVRE

En raison du développement industriel intense /avant les années soixante-dix en majorité extensive/ des 30 dernières années les réserves de main-d'oeuvre de la Hongrie furent successivement épuisées. Les zones industrielles /bassins houillers, zone industrielle au long du Danube/ du comitat Komárom étaient des territoires privilégiés. A cause de l'immigration continue et considérable les aspects démographiques et la répartition de l'habitat du comitat ont subi des changements fondamentaux et c'est pourquoi il porte des empreintes industrielles et urbaines caractéristiques.

La main-d'oeuvre est le problème-clef du programme éocène visant à l'accroissement de la production de charbon et en liaison avec lui l'essor des grands investissements industriels et infrastructuraux prévus. Étant donné que la satisfaction des besoins de main-d'oeuvre relatifs aux investissements contenus dans les plans prospectifs proviendra essentiellement de l'accroissement local de la population - et seulement dans une proportion limitée de l'immigration - nous avons étudié en détail la situation actuelle et future de peuplement dans le comitat. L'essentiel de notre méthode résidait dans l'analyse des divers facteurs démographiques, tels que le peuplement, la densité de la population, la structure par âge, la répartition socio-professionnelle et tenait partiellement compte de l'évaluation de la transformation du réseau d'habitat. Pour la connaissance de ces facteurs, nous avons essayé de caractériser d'une manière complexe la situation de la main-d'oeuvre des régions économiques du comitat et nous avons fait un pronostic modéré des perspectives du recrutement de la main-d'oeuvre.

## QUELQUES CONSÉQUENCES IMPORTANTES

a/ Du point de vue du recrutement de la main-d'oeuvre les conditions du comitat Komárom sont favorables. Le rythme d'accroissement de la population du territoire dépassera, selon les prévisions, la moyenne nationale d'ici 1990. En considérant les tendances des indicateurs démographiques principaux /âge, nombre de naissances et de décès/ la population du comitat Komárom s'accroîtra d'ici 1990 environ de 30 à 32 000 par rapport aux données globales de l'année 1975/ le nombre des naissances peut être évalué à 90-92 000 d'ici 1990, celui des décès à 60 000. A cause du vieillissement de la structure par âge, le rythme d'accroissement ne se rapprochera de la moyenne nationale que vers la fin du siècle. Les 10% d'accroissement de la population peuvent assurer pour l'essentiel le recrutement de la main-d'oeuvre pour l'exploitation minière /programme Éocène/ et les diverses branches industrielles. Une autre question est de savoir par quelles incitations financières, morales et sociales on pourra orienter la jeunesse vers les spécialités désirées.

b/ Les zones industrielles du comitat restent des territoires dynamiques sur le plan de l'accroissement de la population et de la transformation de la structure professionnelle.

c/ Les perspectives de développement des territoires agricoles sont pour la plupart favorables, car à côté des bonnes conditions pédologiques et de la mécanisation intense des exploitations agricoles, l'exode de la population agricole n'a pas augmenté au cours des deux dernières décennies au point d'entraîner le vieillissement chronique de la structure démographique des villages. L'agriculture débouchant sur une production industrielle dispose - à cause de la proximité de l'industrie - d'un marché excellent.

d/ Les manques infrastructuraux observables encore aujourd'hui dans le réseau d'habitat en voie de forte urbanisa-



tion peuvent être graduellement supprimés. Il en est de même des manques fonctionnaux de la hierarchie des agglomérations. Du fait des conditions favorables de la géographie des communications l'accès des agglomérations aux fonctions centrales et le mouvement pendulaire journalier des travailleurs résidant dans les villages, mais travaillent dans les centres industriels, sont assurés. La concentration de la population et la poursuite de l'urbanisation continueront à court et moyen terme le long de la ligne principale de communication Budapest--Tatabánya--Komárom, dans la zone industrielle danubienne, ainsi que dans l'espace de Dorog--Esztergom. En même temps, dans les espaces plus éloignés des villes, ni la constitution de territoires en dépression, ni le morcellement de l'habitat ne sont à craindre.

AMELIORATION DE L'ENVIRONNEMENT EN MILIEU URBAIN:  
L'EXEMPLE DU SECTEUR SAUVEGARDE DE BORDEAUX

P. Barrere

I. LA POLITIQUE FRANCAISE DE REHABILITATION DES CENTRES URBAINS

Un ample mouvement s'est dessiné après 1945 en faveur des centres urbains qui étaient arrivés à un stade grave de dégradation: vieillissement des immeubles, substitution progressive des populations sous-prolétaires aux populations bourgeoises initiales, surpeuplement des logements, inadaptation à la circulation automobile, dépérissement de la fonction commerciale, etc...Or, les centres contiennent en général un patrimoine architectural de grande valeur, qui se trouve menacé de disparition définitive, qu'il s'agisse de monuments ou d'immeubles qui furent à l'origine d'excellente qualité et qui ont une indéniable valeur esthétique.

La loi du 4 août 1962, sur les secteurs sauvegardés et les périmètres de restauration immobilière, dite "Loi Malraux", est destinée à corriger ces défauts. Elle intègre les dispositions de la loi de 1913 sur la protection des monuments historiques et celles de la loi de 1930 sur le classement des sites. Mais elle va beaucoup plus loin, puisqu'elle permet des actions importantes de reconstruction d'un environnement urbain de valeur. Ses dispositions essentielles sont les suivantes:

1/ Etablissement d'un Plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur, qui a valeur de Plan d'Occupation des sols /P. O. S./, approuvé par les Ministères de la Culture et de l'Urbanisme, et par la Municipalité. Il est établi sous la direction d'un architecte nommé par la Municipalité et payé par l'Etat.

Il existe 60 secteurs sauvegardés en France intéressant des villes de taille très variés; ils couvrent 3 600 hectares au total.



## 2/ Actions de démonstration sur des îlots opérationnels.

C'est une procédure de réhabilitation complète sur des îlots bien déterminés, conduite par une Société d'économie mixte dans laquelle la Municipalité intéressée est majoritaire. Dans le principe général, il s'agit d'un curetage de l'îlot destiné à le débarrasser des additions ou des recoupements qui en ont altéré la structure au cours des siècles de la suppression des taudis et de la transformation des appartements pour qu'ils soient aux normes minimum de confort. Il est sous-entendu que dans la mesure du possible, la population d'origine doit être relogée sur place.

L'action doit avoir valeur d'exemple et entraîner si possible les propriétaires des îlots voisins à pratiquer eux-mêmes des transformations du même ordre. Il existe au total 30 îlots opérationnels portant sur près de 50 hectares et intéressant près de 7 000 logements. Les dépenses engagées s'élevaient déjà en 1975 à 129 millions de francs; elles étaient couvertes par des subventions de l'Etat pour les travaux; des prêts à moyen terme de la Caisse des Dépôts facilitaient l'achat des immeubles lorsqu'il était nécessaire.

3/ Contrôle des actions individuelles dans l'ensemble du secteur sauvegardé. Les propriétaires d'immeubles dans les autres îlots peuvent entreprendre eux-mêmes des actions du même type, à condition de respecter les caractères architecturaux des immeubles, d'employer certains matériaux, de respecter les dispositions d'ensemble du Plan de Sauvegarde. Ils peuvent recevoir des subventions pour être dédommés du surcoût esthétique des travaux.

## II. LE SECTEUR SAUVEGARDE DE BORDEAUX

Avec 150 ha, le secteur sauvegardé, de Bordeaux est un des plus grands de France. Il s'étend sur la rive gauche de la Garonne sur les quartiers qui longent les quais et qui ont été

les héritiers successifs de la ville romaine, de la ville médiévale et de ses faubourgs et des quartiers du commerce urbain, portuaire et vinicole du XVIIe et du XVIIIe siècle. Il présente un très fort contraste entre sa partie nord et sa partie sud, contraste qui tient à l'histoire de l'urbanisme bordelais:

- La partie au nord du cours de l'Intendance a été totalement remaniée par les Intendants du XVIIIe siècle, en particulier par Tourny. Elle comprend les grands monuments classiques: Grand-Théâtre, Bourse du Commerce, etc... et son plan est très aéré par de larges avenues: cours de l'Intendance, cours Clémenceau et de Verdun, allées de Tourny... et par de grandes places: place Gambetta, place des Quinconces, place Tourny... C'est le siège du grand commerce de détail, des affaires, des grandes administrations. L'habitat reste de qualité, mais la population diminue selon le phénomène classique de "city".

- La partie sud, presque'entièrement reconstruite aux XVIIe et XVIIIe siècles, n'en a pas moins gardé le plan médiéval aux ruelles étroites et sinueuses débouchant sur les plus anciens monuments: beffroi de la Grosse Cloche, porte du Calhau, églises St-Pierre, St-Michel, Ste-Croix. La dégradation y a été très poussée sous l'influence des activités commerciales, artisanales et industrielles: textile à St-Pierre et de part et d'autre du cours d'Alsace, épicerie à la Rousselle, denrées périssables autour du marché des Capucins. Les divers flots de travailleurs immigrés se sont successivement portés sur ces quartiers: espagnols au sud autour du marché, s'infiltrant ensuite au nord en même temps que les dockers du port; Maghrébins et Portugais ensuite. Les étrangers représentent jusqu'à 22,6% de la population, au lieu de 6,8 dans l'ensemble de Bordeaux.

Les densités de population étaient devenues très fortes, dépassant dans certains îlots 800 habitants à l'hectare. Mais l'ensemble du secteur sauvegardé, qui devait compter au début du siècle plus de 50 000 habitants, n'en compte plus actuelle-



ment que 27 300, soit moins d'un dixième de la population municipale. Certains îlots, comme l'îlot Saint-Pierre, qui avaient encore 2 400 habitants en 1954, en ont moins de 1 500 actuellement. Dans l'ensemble du quartier St-Michel, la perte de population est de l'ordre de 26% entre les deux recensements de 1968 et 1975. La proportion des logements vacants est forte /13%, ce qui traduit un véritable abandon.

Cependant, cette perte de population n'a pas supprimé le surpeuplement des logements. La base des immeubles est largement occupée par des ateliers, des entrepôts et surtout des garages; les parties hautes sont souvent abandonnées; les étages intermédiaires sont surchargés. On a pu trouver dans l'îlot Saint-Pierre jusqu'à 9 personnes dans deux pièces et trois fois six personnes dans une pièce, cinq fois cinq personnes dans une pièce, etc...

### III. LES ACTIONS RECENTES DANS LE SECTEUR SAUVEGARDE DE BORDEAUX

#### 1/ L'opération pilote de l'îlot de la Tour de Gassies

Des initiatives ponctuelles avaient déjà été prises par certains organismes, en particulier le PACT, qui avait rénové certains immeubles au bénéfice de la population d'origine.

L'opération menée par le Secteur sauvegardé sur l'îlot de la Tour de Gassies porte sur 7 300 m<sup>2</sup>, soit 54 immeubles groupant 209 logements où habitent 368 personnes, dont 96 actifs. Il s'agit essentiellement de locataires, à bas niveau de revenu /1 150 F par mois de revenu familial moyen en 1972/. 70% des logements ne sont pas ventilés et n'ont ni lavabo ni eau chaude, les normes d'hygiène sont rarement respectées.

La mise aux normes minimales d'habitabilité comprend le curetage complet de l'intérieur de l'îlot et le remaniement profond de la disposition des pièces dans les logements. Les premiers logements réhabilités permettent de loger provisoirement les habitants des immeubles en cours de réfection. La surface habitable actuelle doit être conservée, et la surface commerciale devrait même être augmentée.

## 2/ Le coût élevé des opérations de réhabilitation et ses conséquences

De telles opérations sont bien entendu très coûteuses, même si l'on se contente d'une mise aux normes minimales et que l'on ne pense pas à réaliser un habitat luxueux. Un "test de faisabilité" mené sur 16 immeubles dans le quartier St-Michel /dont un seul est occupé par le propriétaire/ montre qu'à la date de 1979, le coût de restauration varie de 1 430 F à 3 124 F par m<sup>2</sup> habitable, ce qui entraîne une dépense de 300 000 à 1 000 000 F par immeuble. Ces coûts peuvent être diminués par une subvention de l'Agence National d'Amélioration de l'Habitat /ANAH/, qui peut s'élever selon les cas de 25 à 63% des frais totaux. De plus, le propriétaire a la possibilité d'emprunter, dans le cas étudié, de 68 000 à 450 000 F à des taux avantageux.

Malgré ces dispositions favorables, les loyers qui variaient de 280 à 2 100 par mois devraient s'échelonner après réhabilitation, de 1590 à 6 000 F par mois. Même en tenant compte de l'allocation logement ou de l'allocation personnalisée, l'effort supplémentaire demandé au locataire est en général supérieur au montant de l'ancien loyer. La transformation doit dans de très nombreux cas aboutir à l'éviction de l'ancien occupant. D'autre part, même avec les subventions et les emprunts possibles, l'opération est déficitaire six fois sur seize et il faut que le propriétaire investisse en supplément, dans le cas étudié, de 4 300 F à 190 000 F. Il y a même un exemple où le coût des travaux est dix fois supérieur au prix actuel de mise en vente de l'immeuble. Une autre enquête menée sur vingt immeubles montre que le coût total de la restauration sur 4 200 m<sup>2</sup> de surface habitable s'élèverait à 9 millions de francs, soit une moyenne de 2 160 m<sup>2</sup> de surface habitable.

## 3/ Les mutations fonctionnelles spontanées

Le départ des populations a entraîné le déclin rapide du



commerce de détail et de l'artisanat; le commerce de gros a été aussi en partie évacué vers les zones aménagées de la périphérie urbaine. Les locaux ainsi libérés ont été réoccupés par des activités qui ne s'adressent que très peu aux populations résidentes, mais qui ont trouvé dans les vieilles architectures rénovées, en particulier dans les rez-de-chaussée voûtés des anciens entrepôts, un cadre particulièrement attractif:

- restaurants spécialisés ne fonctionnant souvent que le soir,
- cafés-théâtres nocturnes,
- locaux d'expositions /Renaissance du Vieux-Bordeaux/, galeries de peinture et d'objets d'art, magasins de brocante et d'antiquité,
- magasins spécialisés dans les produits à la mode /pacoille extrême-orientale, produits diététiques et "biologiques", etc.../

Les places sont devenues des centres d'animation particulièrement actifs: "marché aux puces" de la place St-Michel, marché du jeudi de la place St-Pierre, théâtre populaire, journées très animées de la fête du Vieux Bordeaux, etc... Le fait le plus caractéristique sur le plan de l'animation est la transformation des anciens entrepôts maritimes /entrepôts Lainé/ en salle polyvalente de théâtre, musique, exposition, animations diverses, qui remporte un très grand succès tout en réalisant une opération originale du sauvegarde d'"archéologie industrielle" du XIXe siècle.

#### 4/ La réanimation commerciale

L'accès aux magasins du centre était devenu très difficile avec la concentration exceptionnelle de la circulation automobile. La voie des quais qui longe le secteur sauvegardé assure un trafic de 150 000 véhicules par jour avec des pointes de 10 000 véhicules à l'heure. La fréquentation journalière d'acheteurs à l'intérieur du secteur a été estimée à 120 000 per-

sonnes, alors qu'on n'y dispose que de 11 000 places de stationnement. Le commerce de la zone centrale était donc menacé d'une asphyxie progressive.

On a d'abord apporté des améliorations aux techniques de circulation. Le contrôle par ordinateur de toute la circulation centrale /système GERTRUDE/ a été un remède assez efficace. On a aussi multiplié les parkings /silo du marché V. Hugo, parking souterrain de 1 000 places des allées de Tourny, parkings des Quinconces et des terrasses des quais/. Mais les difficultés subsistent.

Pour y remédier, on a créé un remarquable ensemble de rues piétonnières: la rue Sainte-Catherine, qui compte plusieurs centaines de magasins, doit être, sur 800 m actuellement et sur son prolongement jusqu'à la place de la Victoire, la plus longue rue piétonnière d'Europe. Avec la rue Porte-Dijeaux, la rue des Remparts, la rue Castillon et les places adjacentes, Bordeaux dispose d'un secteur piétonnier exceptionnel, développé sur plus de 1 600 m. Le commerce central y a incontestablement gagné un regain de faveur, un meilleur niveau de présentation, et l'on note déjà des faits incontestables d'affinage des activités centrales.

## CONCLUSION

La réhabilitation des centres urbains est une nécessité absolue. Il est absolument nécessaire de remettre en valeur un riche patrimoine artistique; il est aussi indispensable de supprimer l'habitat insalubre et de ne pas laisser dépérir des fonctions économiques essentielles.

On peut cependant se demander si, dans sa conception actuelle, la réhabilitation des centres n'a pas aussi quelques graves défauts. Nous avons vu que le coût extrêmement élevé conduit à des substitutions sociales imparfaitement contrôlées et qui pourront être génératrices de tensions graves. De même, le



parti pris d'esthétisme qui préside aux opérations de conservations, conduit souvent à un anti-urbanisme: ruelles sans air ni lumière, appartements mal éclairés, insuffisance des correlations entre la population habitante et les fonctions. Il faudrait aussi veiller à ce que ces quartiers très originaux ne restent pas aussi enclavés qu'ils le sont actuellement, et il faudrait pour cela les ouvrir plus profondément à certaines fonctions de relation qui sont actuellement établies à leur contact: gares d'autobus urbains et suburbains par exemple. Il faudrait aussi les doter de plus d'espaces verts, les aérer largement. Pour cela, il ne faudrait pas hésiter à démolir les espaces les moins bien structurés, c'est-à-dire combiner logiquement les opérations de rénovation avec les opérations de réhabilitation.

LES PROBLÈMES D'ÉCONOMIE D'ENVIRONNEMENT EN RELATION  
AVEC LE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL DE LA VILLE-RÉGION DU  
BÉKÉS CENTRAL

J. Tóth - T. Baukó - J. Rakonczai

Au fur et à mesure du développement socio-économique, les questions de structure spatial des agents de production et les problèmes de développement régional ont une importance de plus en plus grande. Parallèlement, l'utilisation intensifiée des ressources naturelles et l'influence de plus en plus marquée exercée sur l'environnement sont inhérentes au développement des agents de production. C'est pourquoi l'économie de l'environnement rationnel et convenable joue un rôle important dans l'ensemble des problèmes de développement régional.

Bien que les problèmes d'économie d'environnement aient des caractères différents, conformément à la structure naturelle, économique, sociale, infrastructurelle du territoire développé ils sont identiques dans la mesure où dans les pôles de développement, à savoir dans les centres qui se développent plus dynamiquement que les territoires voisins, ils se manifestent plus nettement.

Le développement à grande échelle de notre pays a augmenté le rythme de croissance des régions - de l'Alföld notamment - antérieurement relativement sous-développées. Au cours de ce processus, les pôles de développement de l'Alföld se sont dessinés de plus en plus nettement.

En conséquence des caractéristiques du développement historique de l'Alföld, et des spécificités plus récentes qui remontent au changement de la situation géographique et économique, la structure spatiale devenait typique. Dans un contexte relativement lâche, les pôles de développement, résultant du développement spontané, se disposent en guirlande le long



des voies de communication principales; d'autre part, c'étaient les principales villes de structure plus variée, qui tenaient lieu de pôles de développement. Ainsi dans une première étape, c'étaient les lignes Budapest--Szolnok--Debrecen et Kecskemét--Szeged qui se développaient. Plus tard, on a pu observer la même chose dans la partie méridionale du secteur hongrois du Danube, dans le secteur de la Tisza entre Szolnok et Szeged, dans quelques centres du Nyírség et dans le territoire du Békés central.

La région du Békés central, dont l'économie se caractérise en premier lieu par les produits alimentaires, par l'industrie légère et des matériaux de construction et qui compte à peu près 150 000 habitants, se révèle plus développée et plus dynamique que ses environs, n'est pas monocentrée, comme dans le cas de Szeged, Szolnok, Kecskemét, Debrecen ou Nyíregyháza ou comme dans les autres parties de l'Alföld, mais elle se compose de trois villes, Békéscsaba, Gyula et Békés. Parmi ces trois villes, on peut observer une certaine répartition des fonctions, elles sont en relation étroite et c'est ici que le système de relation intercentral est le plus fort relativement aux autres parties de l'Alföld. Quelques petits centres du territoire de transition et deux petites villes au sens géographique, Mezőberény et Sarkad, s'ajoutent aux trois villes principales. /Fig. 1 et 2./

En conséquence de sa spécificité, comme pôle de développement, la région n'est pas à sommet unique, mais elle se compose de plusieurs centres, créant ainsi une ville-région, dont beaucoup de traits diffèrent des autres pôles de développement. Ces traits influencent les conditions, les tâches et les possibilités de l'économie d'environnement. On peut souligner les suivants:

a/ Les trois centres principaux sont des villes qui se situent à une distance de 13-15 km l'une de l'autre, auxquelles s'ajoutent dans l'intervalle plusieurs autres petits centres.

L'ensemble des problèmes de l'économie d'environnement a besoin de la coopération coordonnée de plusieurs unités administratives, de plusieurs autorités qui ne sont compétentes que dans certaines parties du territoire visé.

b/ Les membres de cet ensemble étaient auparavant des villages agraires typiques dont les activités économiques n'ont mis en danger l'environnement que dans une mesure très petite. Leurs relations mutuelles étaient lâches, et ce fait s'est manifesté dans le niveau bas de l'utilisation des espaces voisins.

c/ En conséquence de leur situation géographique et de leur activités économiques, auparavant c'était seulement la gestion de l'eau qui exigeait des mesures d'économie d'environnement coordonnées /régularisation fluviale, aménagement des eaux, drainage, etc./.

d/ Le développement rapide des décades passées a transformé d'une part le caractère économique de ces habitats, promouvant l'industrie à un rôle important, d'autre part il a augmenté la vitesse de l'intensification et de la variation des relations. Ces processus ont eu pour résultat l'augmentation de l'importance de l'ensemble des problèmes d'économie d'environnement, dans les centres intéressés et dans les espaces de transition.

e/ Donc, dans la région de Békés central, étant donné le niveau du développement actuel des agents de production, l'importance de l'ensemble des problèmes d'économie d'environnement et sous ce rapport la nécessité de la coopération coordonnée sont indiscutables. En même temps - en raison du passé historique particulier - la destruction de l'environnement est peu importante, et la planification d'économie d'environnement et la prévention peuvent jouer un plus grand rôle. Par cette spécificité, l'ensemble des problèmes de ce territoire peut compter sur un intérêt plus large.



Le Groupe de l'Alföld de l'Institut de Recherches de Science Géographique fondé en 1973 à Békéscsaba a mené de nombreuses recherches sur le terrain, notamment des recherches concernant certaines questions d'économie d'environnement /HAJNAL L. 1976, MIZÓ M. 1976, TÓTH J. 1976ab, RAKONCZAI J. 1977/. Se fondant sur ces résultats, sur la base des besoins du comitat Békés et des villes intéressées - avec l'aide du ministère - à partir de 1978 et durant trois années, nous menons l'analyse du secteur complexe de la ville-région de Békés central, en attachant beaucoup d'importance à la mise à jour des problèmes qui sont en liaison avec l'économie d'environnement.

Nous avons rendu compte de nos recherches au cours de plusieurs conférences des pays du Conseil d'Entraide Économique /RAKONCZAI J, - TÓTH J. 1977; RAKONCZAI J. 1978; BAUKÓ T. - TÓTH J. 1978/. La conférence de Varna a promu - outre le territoire-type de Tatabánya - le secteur de Békés central au rang de territoire-test.

Nous donnons ci-dessus une courte synthèse sur l'économie d'environnement du secteur.

# 1. LES TÂCHES CONCRÈTES DE L'ÉCONOMIE D'ENVIRONNEMENT, DANS LE SECTEUR URBANISÉ DU BÉKÉS CENTRAL

## 1.1. L'approvisionnement en eau et la pollution des eaux

Le problème le plus complexe du Békés central est l'eau. L'eau illustre bien les deux aspects de l'économie d'environnement: d'une part, l'utilisation rationnelle de l'environnement, d'autre part l'arrêt des nuisances.

A. L'approvisionnement en eau des trois villes est basé presque exclusivement sur les eaux profondes. Mais les données géologiques du territoire, ne permettent pas une augmentation de la production d'eau, exigée par l'urbanisation et le développement de l'industrie, plus précisément à l'intérieur des villes; la production des eaux profondes va déjà plafonner

dans quelques années. Nous présentons comme exemple la modification, due à l'influence de la production de l'eau, de la pression des eaux profondes de la ville de Békéscsaba. /Fig. 3./

Dans les conditions présentes on ne peut pas augmenter la production de l'eau des cours d'eau /Fehér-Körös et Fekete-Körös/, qui concernent deux des trois villes, sans nuire à leur état naturel. En outre à cause des réservoirs d'eau réalisés sur le territoire roumain, au moment même où les besoins sont les plus grands, il n'y a pas d'eau.

B. Le problème de l'augmentation du volume des eaux usées domestiques n'est pas résolu. La plus grande partie de ces eaux est rejetée dans le canal *Élőviz*. Le mouvement de l'eau dans le canal est lent, ou bien on rejette les eaux sans traitement suffisant. C'est pourquoi la qualité de l'eau - selon les normes du Conseil d'Entraide Economique - est très mauvaise à tous les points de vue /HAJNAL L. 1976/ l'eau ménagère des trois villes enfin traverse Békés. Elle pollue l'air et elle est l'origine potentielle de la contagion.

C. L'assainissement des villes /et des centres des environs/ est fortement insuffisant. En effet, il n'a pas pu suivre l'accroissement de la consommation et c'est pourquoi une partie importante des eaux usées des communes, après un certain délai pénètre dans les nappes souterraines. Ainsi de véritables lacs d'eaux usées se forment sous les villes, mettant en péril l'approvisionnement en eau profonde. En temps de précipitations extraordinaires, le réseau de canaux ne peut pas recevoir le trop-plein d'eau et c'est pourquoi des situations graves peuvent survenir.

Il n'est pas possible de résoudre les deux aspects du problème à savoir la prévention et la lutte contre les nuisances, que par de grands investissements et par l'effort commun des villes.



A. Même dans l'avenir, les réserves d'eau potable se trouvent dans le sous-sol. La méthode de réalisation est un système régional d'usines de distribution d'eau. L'eau produite par le réseau de fontaines - formé sur le territoire du cône alluvial du Maros, qui a des données hydrogéologiques favorables - serait transportée dans les trois villes par une conduite unifiée. Les pointes de consommation seraient tempérées par le réseau de fontaines actuel. Les besoins en eau de l'industrie et de l'agriculture seraient satisfaits par le système des réservoirs, envisagé sur le système des fleuves Körös.

B. Pour la diminution de la pollution du canal Élőviz, il faut résoudre les problèmes suivants:

- Il faut assurer le mouvement permanent de l'eau du canal, améliorant ainsi la possibilité d'autoépuration et diminuant la menace de dépôt de vase.
- Il faut augmenter la capacité de purification des eaux usées /le système qui est en cours de construction ne purifie qu'en partie les eaux usées/; en dehors des décanteurs mécaniques, la construction d'un système d'épuration biologique est aussi nécessaire.
- Il faut continuer la réalisation du réseau d'assainissement de caractère d'expérience antérieure, sous la valeur-limite tolérée des matériaux salissants.

C. Il faut augmenter le rythme de l'assainissement dans les agglomérations. Il faut résoudre le problème du drainage des eaux vaseuses.

## 1.2. Les territoires de récréation

Le problème des territoires de récréation n'est pas résolu, même au niveau des centres isolés, mais c'est le thème pour lequel la coopération coordonnée des villes peut donner les plus grands résultats. Actuellement, dans l'intérieur, les espaces verts sont insuffisants et la structure des bois n'est pas adéquate. La zone de récréation de fin de semaine n'est pas con-

venablement développée et - bien qu'il s'agisse des trois centres principaux du comitat - le territoire n'a pas d'attraction touristique appropriée.

La question principale du développement de la zone de récréation de fin de semaine est la formation du réservoir d'eau au confluent des fleuves Fehér-Körös et Fekete-Körös. Ce réservoir assure une utilisation complexe /MIZÓ M. 1976/. Un certain nombre de ses problèmes relève de la récréation. La grande surface d'eau aura pour résultat un développement rapide, et l'importance régionale du territoire de repos actuellement peu important de Szanazug. A cause des possibilités de baignade, l'encombrement actuel du bain thermal de Gyula diminuera, et on pourra développer les sports nautiques et la pêche. L'importance économique du réservoir n'est pas négligeable non plus, puisque il stockera l'eau des inondations et il assurera la possibilité d'irriguer. Sa réalisation résoudrait non seulement le problème de récréation des centres du Békés central mais elle serait également d'un intérêt économique national. Cependant il faut dès à présent attirer l'attention sur un péril. La protection des forêts contre les crues est une question ancienne. Il faut résoudre ce problème dès le début du développement de la zone de récréation.

Avec un développement adéquat, le parc du château et la "puszta" de "szik" de Szabadkigyós mis sous protection en 1977, peuvent devenir un élément touristique important des centres du Békés central. Son accès est favorable du côté de Békéscsaba et de Gyula /qui devient de plus en plus centre touristique notable même à l'échelle nationale/. Le château, qui est actuellement une école secondaire, est apte à une utilisation culturelle complexe. A cause de cette utilisation complexe, les valeurs naturelles et historiques, qu'on ne connaît guère actuellement, même dans le comitat, deviendraient parties intégrantes du tourisme national.



Le problème du développement des espaces verts des territoires centraux des villes continuera à se poser à cause des faibles possibilités d'assainissement. Ce sont ainsi seulement les zones périphériques des villes qui bénéficieront de possibilités plus étendues de création d'espaces verts. Les glaisières de briqueterie peuvent devenir des territoires de repos d'importance locale, assurant de bonnes possibilités à la pêche et au canotage.

### 1.3. Autres tâches de protection de l'environnement

A cause de la situation spéciale de la région, les autres tâches de protection de l'environnement sont moins importantes. Sur ce territoire qui se situe loin des grandes usines polluantes, la pollution atmosphérique n'a pas grande importance. La pollution de caractère local n'a guère de rôle régional, la protection contre la pollution peut se résoudre à l'intérieur de la ville. A cause de l'extension du chauffage au gaz et au mazout, la pollution atmosphérique communale a diminué dans une mesure importante. La pollution causée par la circulation signifie un problème à l'avenir aussi: à cause de la proportion basse des voies pourvues de revêtement moderne la circulation importante de véhicules /dont une grande proportion de transit/ pollue les secteurs les plus fréquentés par les gaz d'échappement, qui présentent des risques pour la santé.

Les tendances du développement exigent que les centres du Békés central ramassent et traitent les ordures ensemble, et se mettent à utiliser les déchets. Les méthodes de traitement des ordures ne sont pas convenables dans les trois villes, parcequ'elles impliquent des menaces de pollution des eaux souterraines.

## 2. L'EXAMEN DE L'UTILISATION DE L'ESPACE DANS LA RÉGION DU BÉKÉS CENTRAL

Pour les problèmes relatifs à l'économie de l'environnement et la recherches des tâches futures, l'examen détaillé des domaines - physique, économique, social et technique - dans lequel on met à jour les relations mutuelles qui existent entre les éléments est indispensable. Pour ces analyses, il est nécessaire d'acquérir la connaissance la plus approfondie de la structure de l'espace.

Le caractère indispensable de l'analyse de la structure de l'espace est motivé par le fait, qu'il faut localiser les informations, concernant les éléments de l'environnement, du point de vue de l'économie d'environnement sur de petites unités. Les relations sont différentes même dans les éléments isolés et on ne peut pas traiter de la même manière les parties isolées de l'espace.

La méthode la plus adéquate d'analyse de la structure de l'espace est la représentation cartographique, qui se caractérise par une masse d'informations très détaillées sur la structure des éléments. En cartographie de l'économie d'environnement, dès l'étape de la qualification de l'espace, il est convenable de répartir les types d'espace en fonction des formes de leur utilisation, comme on l'a fait dans le cas du territoire-type de Tatabánya /KATONA S. - RÉTVÁRI L. 1977/. Mais dans le cas du territoire du Békés central - en tenant compte des spécificités du terrain - la répartition des types d'utilisation de l'espace est un peu différente.

### A. Types d'espaces construits:

#### a/ Zones d'activités et d'administration

- Zones industrielles
- Centres ruraux
- Zones administratives

#### b/ Zones résidentielles



- Habitat collectif
- Habitat individuel
- Zones bâties non urbaines
- "Tanyas"

c/ Communications

- Routes principales
- Autres routes
- Chemins de fer

B. Types d'espaces agricoles ou naturels

- Cultures délicates intensive /vignobles, jardins, cultures fruitières/
- Autres terrains agricoles.

2.2.1. Labours

2.2.2. Prés, pâturages, roseaux

- Terrains de sport et de jeux
- Espaces verts urbains, forêts
- Terrains de repos et de récréation
- Terrains sous protection
- Eaux superficielles.

C. Types d'espaces non utilisés

- Terrains dégradés par l'exploitation
- Zones de déchets
- Friches

En tenant compte de spécificité de la structure de l'espace et de l'utilisation de l'espace dans le Békés central il faut établir des cartes de l'utilisation du sol a deux échelles différentes, pour les zones centrales et pour la région entière.

Les 4., 5., 6. figures représentent l'utilisation du sol des trois villes.

## CONCLUSION

C'est dans l'étape actuelle du développement que la coopération concrète commence à se dégager parmi les villes du secteur du Békés central. La plupart des problèmes indiqués étant à résoudre de la même façon, il convient de concentrer les efforts. Les tâches de protection de l'environnement peuvent être réalisées au meilleur compte si l'on en tient compte dès l'origine.

On ne peut mener efficacement la tâche de protéger l'environnement qu'à l'échelle régionale. Dans cette étude nous avons mis en relief les problèmes des centres du Békés central, mais il faut également tenir compte des problèmes non négligeables, posés par les villages qui se trouvent dans leur sphère d'attraction. Quelques éléments /dans notre cas c'est l'eau/ soulèvent la nécessité d'une coopération internationale, même dans le cas d'un secteur de petite taille.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAKONYI D. 1973. Békéscsaba+Gyula+Békés = Háromváros. - Területrendezés. 4. pp. 93-107. /Békéscsaba+Gyula+Békés= Les trois villes/
- BAUKÓ T. - TÓTH J. 1978. A közép-békési településeggyüttes környezetgazdálkodási térképezése. A KGST Környezetvédelmi Konferenciáján elhangzott előadás. Celje, Kézirat. 10 p. /La levée cartographique d'économie d'environnement de la ville-région du Békés central. Exposé pour la Conférence de Protection de l'Environnement de CEEM/
- BECSEI J. 1972. Békés, az átalakuló agrárváros. Békés. 101 p. /Békés, la ville agraire qui change/
- HAJNAL L. 1976. A környezetvédelem néhány kérdése /In: Békéscsaba földrajza. Szerk.: Tóth J./ pp. 489-509. /Quelques questions de la protection de l'environnement/



- HURSÁN Gy. 1978. A környezetvédelem földrajzi problémái a közép-békési városeggyüttes térségében. Kézirat. Békéscsaba. 58 p. + 15 ábra. /Les problèmes géographiques de la protection de l'environnement dans la région du Békés central/
- KATONA S. - RÉTVÁRI L. 1977. Opýt po kartografirovanyiju okruzsajusej szredü naszelennogo punkta v modelnûj oblasztyi g. Tatabánya. - A KGST Környezetvédelmi Konferenciáján elhangzott előadás. Várna. Kézirat. 9 p.
- KATONA S. - KERESZTESI Z. - RÉTVÁRI L. - SÓVÁGÓ Gy. 1978. A környezetminősítési térképezés elvi és módszertani kérdései: Tatabánya környezetminőségi alaptérképe. Kézirat. Budapest. 38 p. + 1 ábra./Les questions de principe et méthodologiques de la cartographie de qualification de l'environnement/
- KATONA S. - KERESZTESI Z. - RÉTVÁRI L. 1978. Új kutatási irányzat: a környezetminősítés. - Területi Kutatások. 1. Budapest. pp. 30-37. /Une nouvelle tendance de recherche: la qualification de l'environnement/
- KISS I. 1976. Az urbanizáció és a közigazgatás összefüggései a tatai városi táj kialakulásának tükrében. Kutatási koncepció. Kézirat. Budapest. 23 p. /La corrélation de l'urbanisation et l'administration: l'exemple de la région urbaine de Tata. Conception de recherche/
- KOSTROWICZKI, A.B. 1978. A környezetökológia problémái az urbanizált térségekben. Kézirat. Békéscsaba. 22 p. /Les problèmes de l'écologie de l'environnement dans les terrains urbanisés/
- MIZÓ M. 1976. Békéscsaba város környezetszennyeződésének földrajzi problémái. Kézirat. Békéscsaba. 41 p. /Problèmes géographiques de la pollution de l'environnement de la ville de Békéscsaba/
- MOSOLYGÓ L. 1975. Adalékok Gyula város idegenforgalmi földrajzához. - Békési Élet. 10. 1. pp. 55-65. /Données pour la géographie du tourisme de la ville de Gyula/

- RAKONCZAI J. 1977. A vízkitermelés hatása az ártézi vizek nyomásváltozására a Délkelet-Alföldön. - Alföldi Tanulmányok. Békéscsaba. 14 p. /L'influence de la production de l'eau sur le changement de la pression des eaux artésiennes/
- RAKONCZAI J. - TÓTH J. 1977. Zadacsi inebhodimoszty koopdinacii hozjajsztvovanyija sz okruszajses szredoj v an szamble naszelennük punktov Szrednyego-Békésa. A KGST Környezetvédelmi Konferenciáján elhangzott előadás. Kézirat. Várna. 11 p.
- TÓTH, J. - KRAJKÓ, Gy. - PÉNZES, I. 1969. Einige Fragen der Szegeder Agglomeration. /In: Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged./ Szeged. pp. 3-28.
- TÓTH J. /szerk./ 1976a. Békéscsaba földrajza. Békéscsaba. 543 p. /La géographie de Békéscsaba/
- TÓTH J. /szerk./ 1976b. Mezőberény helye és szerepe a Dél-Alföld településrendszerében. Kézirat. Békéscsaba. 143 p. /La place et le rôle de Mezőberény dans le réseau urbain de l'Alföld méridionale/
- TÓTH J. 1977. Gondolatok a közép-békési centrumok koordinált fejlesztésének szükségességéről és lehetőségeiről. - Békési Élet. 12. 3. pp. 339-347. /Pensées sur la nécessité et la possibilité du développement coordonné des centres du Békés central/
- TÓTH, J. - RAKONCZAI, J. 1978. The necessity and duty of the coordinated utilization of environmental resources in the region of Békéscsaba-Gyula-Békés. - Acta Geographica. 18. Szeged. pp. 37-46.
- TÓTH J. /szerk./ 1978. A közép-békési centrumok koordinált fejlesztését megalapozó kutatások 1978. évi eredményei. Vitaanyag. Békéscsaba. 166 p. /Les résultats de l'année 1978 des recherches concernant la fondation du développement coordonné des centres du Békés central. Ouvrage de débat/



VORACEK, V. 1976. A környezetre kifejtett emberi hatás gazdasági értékelésének módszertana. /In: Környezetvédelem - környezetkutatás. 1. Szerk.: Katona S./Budapest. pp. 10-41. /La méthodologie de la qualification de l'effet de l'homme sur l'environnement/



Figure 1.

Carte générale du secteur du Békés central



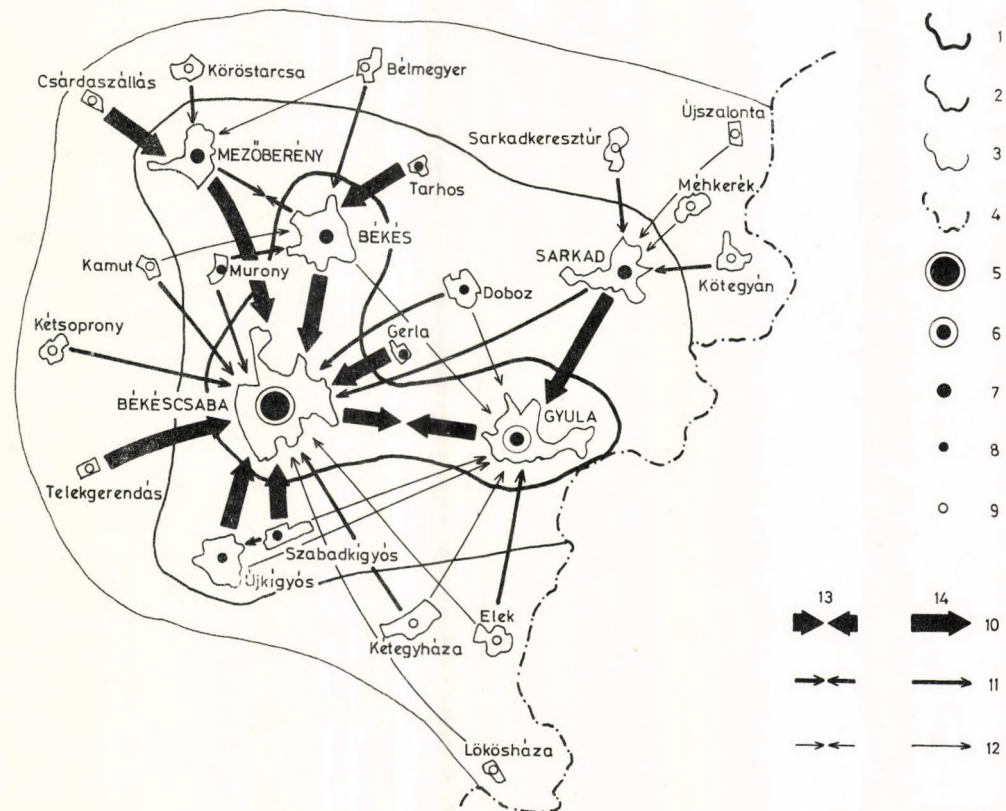


Figure 2.

La ville-région du Békés central

Figure 2.

La ville-région du Békés central

- 1: limite du noyau central de la ville-région;
- 2: limite de la ville-région;
- 3: limite des territoires contigus à la ville-région;
- 4: frontière d'Etat;
- 5: centre de la ville-région;
- 6: sous-centre de la ville région;
- 7: cité-satellite;
- 8: agglomérations à caractère de cité-dortoir;
- 9: autres agglomérations fortement liées à la ville-région;
- 10: relations intenses;
- 11: intensité moyenne;
- 12: intensité faible;
- 13: équilibrés;
- 14: dominants.



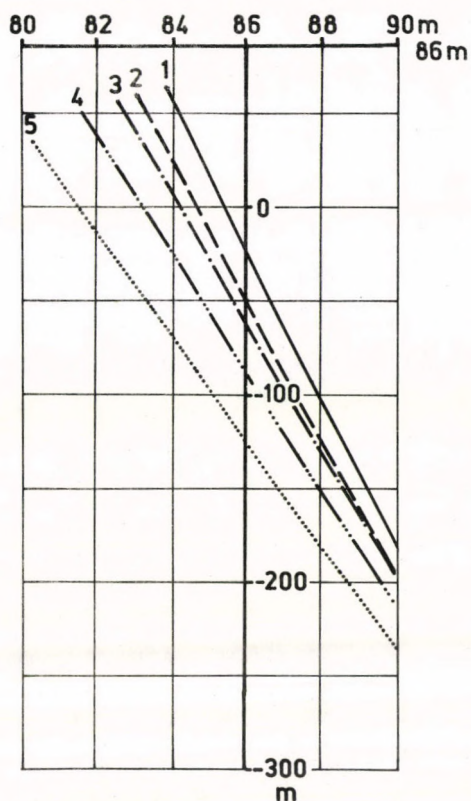


Figure 3.

Diminution du niveau de l'eau de la nappe artésienne

1 = jusqu'en 1954; 2 = 1955-1959; 3 = 1960-1964; 4 = 1965-1969;  
5 = 1970-1974.

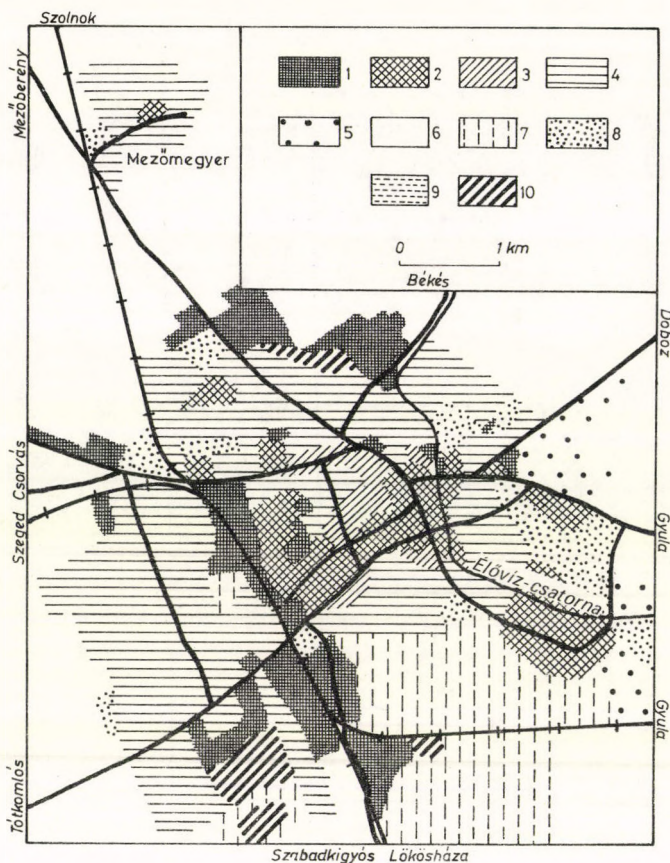


Figure 4.

#### L'utilisation du sol à Békéscsaba

1 = zones industrielles; 2 = zones d'habitat à plusieurs étages et zones administratives; 3 = zones d'habitat urbaine à une ou deux étages; 4 = zones bâties non urbaines; 5 = cultures délicates intensives /vignobles, jardins, cultures fruitières/; 6 = labours; 7 = prés; 8 = espaces verts urbains, forêts, terrains de sport; 9 = eaux stagnantes; 10 = zones de déchets et autres terrains non utilisés.



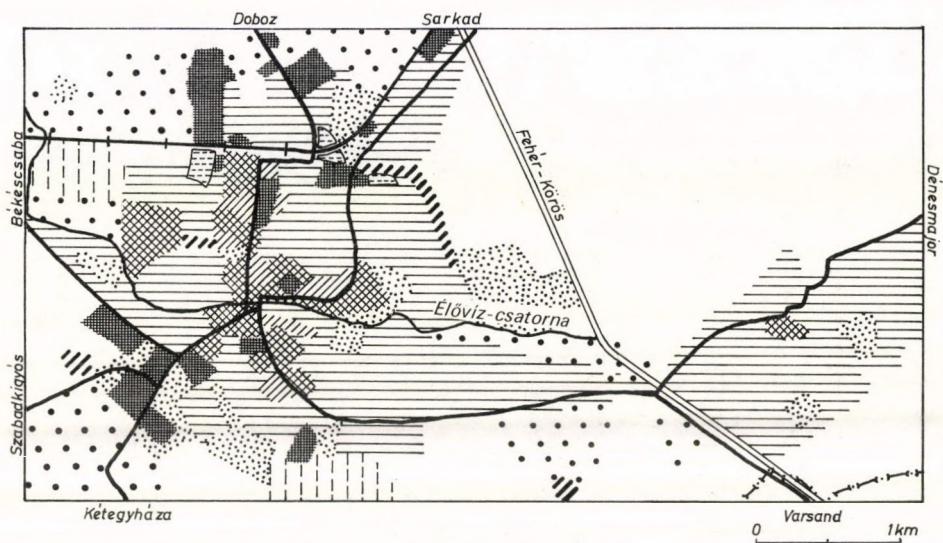


Figure 5.

L'utilisation du sol à Gyula

Légende identique à celle de la figure 4.

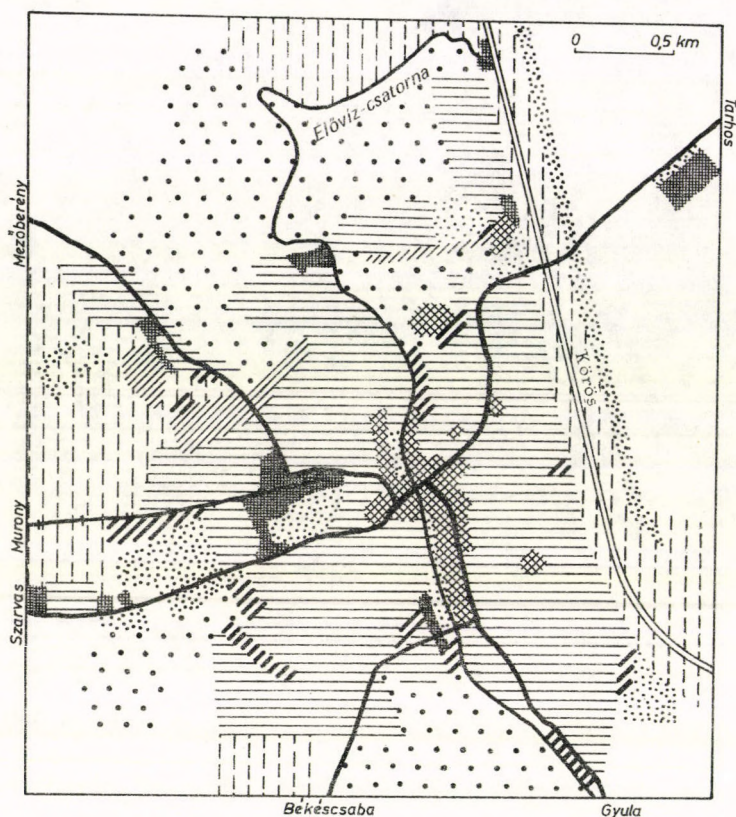


Figure 6.

L'utilisation du sol à Békés

Légende identique à celle de la figure 4.



## INONDATIONS ET URBANISATION EN MILIEU MÉDITERRANÉEN

/exemple: les crues de l'Arc dans le bassin d'Aix en Provence/

Pierre Gabert

Depuis plusieurs années des crues aussi violentes que répétées ont provoqué de gros dégâts aux cultures, aux habitations, aux voies de communications en Provence. Certes le climat méditerranéen du Sud-Est de la France se caractérise par des précipitations souvent exagérées. Tout le monde connaît les ravages des rivières des Cévennes /Sud-est du Massif Central/ des Pyrénées orientales et des principaux cours d'eau des Alpes du Sud. Les articles de M. Pardé ont décrit ces phénomènes brutaux et dévastateurs. Mais les petites rivières de Provence n'avaient guère fait parler d'elles jusqu'en 1972! Or au cours des 6 dernières années plusieurs crues ont envahi des quartiers urbanisés d'Aix, de Marseille, des villes voisines de l'étang de Berre, sans oublier les crues subites des petites rivières de Saint Tropez, Hyères etc.

La population, frappée par l'importance et surtout la fréquence de ces phénomènes, auxquelles les journaux, la Télévision ont donné de larges échos, se demande s'il s'agit de changements climatiques accélérés ou s'il n'y a pas les premières conséquences de l'urbanisation rapide des vingt dernières années. L'imperméabilisation croissante, liée aux interventions humaines anarchiques, n'explique-t-elle pas à la fois la répétition des inondations et leur extension étonnante? Ne faut-il pas revoir les modes d'occupation des sols, en particulier les types d'urbanisation? Comment pourra-t-on assurer l'écoulement des eaux plus abondantes et plus violentes? Ne faut-il pas arriver à une planification plus stricte de l'organisation de l'espace dans les régions méridionale de la France en tenant compte des facteurs d'écoulement qui, jusqu'à présent, n'ont jamais été un

des premiers soucis des aménageurs urbains et ruraux. L'étude des dernières crues de l'Arc <sup>/1/</sup> qui draine tout le bassin d'Aix en Provence va nous permettre d'essayer de répondre à ces questions.

#### I/ Les crues violentes et répétées de l'Arc

- Le bassin de l'Arc s'étend sur un peu plus de 720 km<sup>2</sup> /72.747 hectares/ entre les massifs calcaires qui dominent la région de Marseille au Sud, et la Sainte Victoire qui se dresse à 1011 m au nord. Vers l'Ouest les reliefs s'abaissent vers l'Etang de Berre dont les rives se sont rapidement industrialisées depuis la dernière guerre mondiale. Le petit fleuve Arc draine ce bassin d'Est en Ouest en développant un cours de 71 km de long traversant trois plaines séparées par des gorges à la traversée des cuestas qui se dessinent dans les calcaires secondaires et tertiaires. Trente communes se partagent ce bassin dont 13 sont riveraines de la rivière. Les complications administratives sont accrues par la frontière entre les départements des Bouches du Rhône et du Var qui traverse la partie amont du bassin-versant. Depuis 20 ans la population de cette région a rapidement progressé en fonction du développement de l'agglomération marseillaise, de l'essor de l'industrie pétrochimique autour de l'Etang de Berre et surtout de l'extraordinaire progression de la ville d'Aix en Provence dont la population /120.000 habitants en 1976/ a triplé depuis la fin de la guerre. De nombreuses villas se sont installées au voisinage

---

/1/ Nous devons une partie importante de la documentation à la station de la Météorologie nationale d'Aix, aux recherches de la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale et aux bureaux d'Urbanisme et d'Environnement de la municipalité d'Aix dont nous avons été responsable pendant plusieurs années en tant qu'élus municipaux.



de l'Arc qui, dans le paysage, n'a rien d'un "fiumare" méditerranéen mais ressemble plutôt à une paisible rivière tempérée, bordée d'une forêt-galerie très verte et dense, de prés et de vignes. Cézanne n'a-t-il pas immortalisé dans ses "Baigneuses" cette douceur champêtre dominée par les abrupts d'une blancheur éclatante de la Sainte Victoire?

Depuis 1972 l'Arc à plusieurs fois largement débordé, arrachant arbres et berges, se détournant de son cours deltaïque pour envahir la ville de Berre, mobilisant des centaines de pompiers pour secourir les populations encerclées par les eaux. Puis il redevient paisible - et de plus en plus pollué par les rejets humains - dans un lit encombré de troncs d'arbres et de détritits.

- Des crues répétées. Certes les vieux paysans gardaient les souvenirs des crues de 1907 et de 1935 qui envahirent leurs champs et menacèrent quelques ponts anciens. Mais depuis 1972, les faits semblent avoir évolué dangereusement: Le 19/2/1972 l'Arc sort de son lit à Aix et dans son delta, il recommence les 11, 12 et 13 Octobre de la même année ainsi que les 29 et 30 Décembre, période où les crues sont inattendues en Provence! Il déborde à nouveau les 2 et 3 Octobre 1973, puis le 30 Octobre 1976 /période de pluies normalement copieuses/. A peine les premières mesures destinées à faciliter l'écoulement des eaux sont-elles effectuées que le 17 Janvier 1978 les inondations atteignent des niveaux records dans toute la Provence, en particulier sur l'Huveaune qui ravage les quartiers riverains à Marseille comme l'Arc tout au long de son cours moyen et inférieur. Les dégâts se sont élevés à plusieurs dizaines de millions de francs et des personnes y ont laissé leur vie. L'émotion a été grande, chacun a cherché à expliquer les causes avec les conséquences politiques que l'on devine. L'urbanisation désordonnée a été l'origine la plus fréquemment mise en avant, d'autant que la mode "écologique" se développait dans une ambiance d'élections municipales et législatives propice aux mises en accusation des collectivités locales et de l'Etat!

## II/ Des pluies abondantes, voire exceptionnelles, à l'origine des crues

En effet chaque crue a coïncidé avec des averses violentes se produisant au cours de périodes déjà très arrosées donc favorisant l'écoulement maximum. Il y a d'abord les crues et les précipitations qui se sont produites en Octobre c'est à dire pendant la période la plus arrosée en Provence Occidentale. En Octobre 72 il tombe en 6 jours: 221,5 mm à Aix; 316 mm à Gardanne, 251 mm à Pourrières en amont du bassin. Et les averses ont été certainement plus abondantes sur les reliefs /dépourvus de station d'observation/. Les pluies moyennes sont estimées à 184 mm en 4 jours. L'Arc atteint  $110 \text{ m}^3/\text{sec}$  au pont de l'autoroute de Marseille alors que son débit moyen y est de  $5 \text{ m}^3/\text{sec}$ ! Mais il est tombé à Aix 23 mm dans la nuit du 12 au 13 et 57 mm dans la matinée du 13 Octobre. Les bas quartiers sont inondés et l'Arc sort de son lit dans la plaine deltaïque. L'année 1972 donnera d'ailleurs le record des précipitations enregistrées à Aix avec 985 mm /moyenne sur trente ans: 623,7 mm/.

En Octobre 1973 de nouvelles averses copieuses apportent 121 mm à Aix en 48 heures, mais de 164 à 181 mm dans la partie supérieure du bassin versant /en plaine/. La pointe de crue de l'Arc atteint à Aix  $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Il déborde d'arbres qui provoquent de multiples embâcles.

En Octobre 1976, le mois est nettement pluvieux avec un total de 224 mm, 6 à Aix /moyenne du mois 78,4 mm/. La crue principale a lieu le 30 mais elle a été précédée par 16 jours de précipitations dont 8 jours sans interruption importante avant la crue. On devine que les coefficients d'écoulement ont été très élevés en fonction de la saturation des sols sur tout le bassin versant. Pourtant l'intensité des précipitations en 24 h a été au maximum de 45,9 mm à Aix mais de 78 mm à Gardanne et de 47 mm plus en amont. Ces intensités sont biennales d'après les calculs effectués par la SOGREAH. Donc la crue est



liée plus à un grand nombre de jours bien arrosés qu'à des pluies exceptionnelles. Le passage de nombreuses dépressions orageuses en direction du golfe de Gênes constitue un temps "normal" pour cette époque de l'année. Leur rythme a été tout de même plus intense que d'habitude.

Les crues d'Hiver sont au contraire très rares et c'est leur répétition en 1972 et en 1978 qui a étonné les habitants des rives de l'Arc et des autres rivières de Provence. En effet Aix reçoit en moyenne 49,4 mm en Janvier, 54,9 en Février, 60,6 mm en Décembre. Or en Février 72 il est tombé 210,7, en Décembre 148,4 et 231,5 en Janvier 78! Les crues exceptionnelles coïncident bien avec des précipitations qui le sont autant. Il tombe le 16 Janvier 1978 93,3 mm à Aix, 162 mm en 24 h à Trets en amont du bassin. Le record historique de Marseille /2 siècles d'observations/ est battu avec 204,9 mm pour le mois! /90 m/m/ L'abondance des pluies est liée à une vaste zone dépressionnaire creusée entre la Provence et la Corse provoquant une forte alimentation en surface de secteur Sud-Sud Est, avec goutte froide sur l'Espagne accentuant le conflit entre les masses d'air. Les précipitations viennent de Sud-Est et tombent en abondance d'abord sur les reliefs montagneux à l'amont du bassin avant d'envahir la Provence Occidentale <sup>/1/</sup>. L'intensité des pluies en 24 h est celle calculée pour une fréquence d'une fois tous les 20 ans à Aix, tous les 100 ans dans le bassin supérieur! Ce qui est une piètre consolation pour les populations qui ironisent sur les prédictions des scientifiques! L'Arc atteint des niveaux records et passe par dessus plusieurs ponts dans son bassin moyen et inférieur. L'Huveaune ravage des rives à Marseille.

---

/1/ cfr J. L. Deloffre et M. Frasse: Janvier 1978 mois de précipitations exceptionnelles sur la Basse Provence. Note technique du Service météorologique métropolitain. N° 1 Novembre 1978.

En Février 1972 des dépressions barométriques sont passées lentement donnant aussi de fortes précipitations: après 15 jours de pluies en Janvier, il y en a encore 14 en Février /210,7 mm a Aix/, dont 126,6 mm en 3 jours sur des sols quasi entièrement saturés. Ce fut la première crue de la série qui allait se répéter pendant plusieurs années. D'autant que la même année, après les crues d'Octobre allait se produire l'inondation étonnante des 29 et 30 Décembre!

La crue de la fin d'année 72 conclut elle aussi une période de 13 jours de pluie dont 7 à la fin du mois avec le 27: 81,5 mm à Aix, 92 mm à Gardanne, 83 à 91 mm dans l'amont du bassin. /Le mois recevant le double ou le triple des moyennes/. De plus les températures ont été négatives du 18 au 25 Décembre, juste avant l'arrivée des pluies et du réchauffement. Le sol dégelé a accru l'imperméabilisation des terres nues et l'efficacité de l'érosion par ruissellement qui donna des eaux très boueuses dans l'Arc <sup>/1/</sup>.

Donc une première conclusion fondamentale doit être retenue: toutes les crues depuis 1972 /comme celles d'avant/ ont pour origine des pluies vigoureuses, souvent à la fin d'une série de jours très pluvieux. Aux crues catastrophiques correspondent des pluies records!

Mais est-ce le hasard qui fait que ces crues se sont si souvent reproduites en contradiction avec les prévisions faites par les meilleurs spécialistes? A côté de la faible durée relative des observations météorologiques qui ont servi de base à ces calculs, n'est-on pas en droit de penser que les mutations accélérées apportées par l'urbanisation sont l'une des

---

/1/ P. Gabert. L'érosion sur des bassins versants de la région d'Aix. Congrès AHIS de Budapest 1964.



facteurs qui provoquent des crues plus hautes et plus fréquentes qu'autrefois <sup>/1/</sup>? L'étude des autres facteurs va peut être nous permettre de mieux préciser certaines causes dont il sera nécessaire de tenir compte dans l'organisation de l'espace, en particulier dans les Plans d'Occupation des Sols en cours d'étude.

### III. Les mutations introduites dans les milieux naturels

Malgré l'urbanisation avec son cortège de zones industrielles, d'autoroutes, de parcs à automobiles goudronnés, de cours et de toits d'immeubles etc... le bassin de l'Arc offre encore de vastes espaces de bois et de terres agricoles.

a/ L'occupation actuelle, en tenant compte des différentes catégories d'implantations humaines /y compris les zones de serres/ donne une surface brute occupée de 5870 hectares soit 8,2% de la superficie du bassin versant. La surface imperméabilisée <sup>/2/</sup> n'est que de 2678,9 hectares soit à peine 3,7% /selon les études de Canal de Provence en 1975/. A l'amont de la commune d'Aix, l'imperméabilisation n'est que de 1%, elle monte à 7,97% pour le bassin d'Aix stricto sensus, pour retomber à 3,51% pour la partie aval. Il est donc évident que c'est l'urbanisation aixoise et des petites villes voisines qui joue le rôle principal. Or c'est justement dans cette partie du bassin versant et à l'aval que les crues sont devenues les plus dangereuses. La surface urbanisée a triplé depuis 1960. Elle représente 72% du total des zones imperméabilisées.

b/ Les forêts et les garrigues dont le rôle protecteur est évident /cfr P. Gabert 1964/ occupent 51,2% du territoire et

---

/1/ L'Encyclopédie des Bouches du Rhône parle d'une crue historique de 700 m<sup>3</sup>, ce qui paraît impossible car la plus haute crue connue serait de 450 m<sup>3</sup> sec seulement /soit tout de même plus de 100 fois le débit moyen!/.  
/2/ Les critères adoptés selon les types d'habitat sont ceux retenus par les Cahiers de l'IAURP Vol. 34. Mai 1974.

les cultures 40,5% dont une bonne partie en vignes, légumes de plein champ et céréales.

Donc malgré le développement spectaculaire de l'urbanisation, par rapport à une longue période de sommeil, l'imperméabilisation liée à l'habitat ne représente que 2,8% des surfaces d'écoulement. Cependant l'extension de la culture de la vigne qui entretient des sols nus, souvent en pente sur les coteaux, favorise l'écoulement ainsi que les cultures sous serre en plein développement sans oublier la multiplication des surfaces partiellement couvertes de films plastiques /cultures des asperges et des melons/. Mais ces dernières sont absentes à l'Automne et en Hiver, périodes des fortes crues étudiées. L'Arc a cependant été encombré des débris jetés dans son lit et qui ont provoqué une série d'embâcles dans les zones où son lit est fortement boisé.

c/ La nature des sols donne une assez forte extension aux terrains imperméables qui se développent sur les couches argileuses, marneuses ou les roches nues. Les sols à forte potentialité de ruissellement occupent environ 40% du bassin. Les pentes montagneuses sont rapides à l'amont et souvent les averses violentes, venant de Sud Est, débutent sur ces reliefs avant de gagner le reste de la région. La très faible extension des prairies et des céréales fait que ces sols sont en bonne partie nue tout au long de l'année, en particulier dans les vignobles de coteaux et sur les glacis.

d/ L'abandon de l'entretien du lit de l'Arc et de ses affluents est à mettre au compte des mutations économiques qui ont affecté l'agriculture de la région depuis la 2ème guerre mondiale. En effet les paysans sont moins nombreux et beaucoup de terrains sur les rives de l'Arc, en particulier dans le secteur d'Aix, ont été vendus comme sols à bâtir. Les nouveaux habitants n'ont généralement pas nettoyé les rives et le lit de l'Arc qui est pourtant la propriété des riverains. Les arbres morts, le sous-bois dense en raison de l'humidité, sont devenus



des obstacles à l'écoulement et des embacles s'y sont produites. Il faut ajouter que l'Arc est devenu le champ d'ordures déposées clandestinement: voitures abandonnées débris de maçonnerie etc. Certains riverains ont restreint la largeur du lit ou l'ont canalisé par des endiguements faits sans étude ni autorisation préalables. Et l'Administration n'a pas appliqué le Code Rural qui oblige les riverains à entretenir les lits et permet à l'administration de faire effectuer le nettoyage à leurs frais.

Dès 1974 le Conseil Général a fourni l'essentiel des Crédits pour assurer un premier nettoyage du lit malgré les réclamations de certains propriétaires /et même des "écologistes"/ voulant la conservation des arbres poussés en forte densité dans le lit majeur.

Dans ce contexte, il n'est pas étonnant de constater que de nombreuses maisons d'habitation, des hangars etc. se sont implantés dans le lit d'inondation, ce qui a augmenté sérieusement le coût des dégâts lors des inondations! De plus l'encombrement du lit de l'Arc explique qu'en 72 et en 1973 les lignes d'eau réelles se soient élevées aussi haut pour 200 à 260 m<sup>3</sup>/sec que les lignes théoriques calculées pour des écoulements de 400 à 450 m<sup>3</sup>/sec. A contraire, le nettoyage récent a permis de limiter les dégâts de la crue exceptionnelle de Janvier 1978.

#### IV. Quelle est la part de l'urbanisation dans les crues catastrophiques?

Les conséquences indirectes sont évidentes sur l'encombrement du lit, sur la colonisation par l'habitat des zones inondables, par la restriction du lit mineur au droit de certains quartiers, sur le développement d'une végétation anarchique sans intérêt pour un citoyen. Ces habitudes sont de plus un obstacle important à la nécessité de mettre en place une politique réglementaire et d'aménagement.

Les conséquences directes de l'urbanisation ont deux aspects:

1/ On sait que les surfaces imperméabilisées accroissent considérablement les coefficients d'écoulement, surtout si l'urbanisation se fait sur des pentes fortes comme c'est le cas autour du bassin d'Aix, si les parcs à voiture sont en surface autour des immeubles ainsi que ceux des supermarchés et des zones industrielles. Les critères retiennent 70 à 80% d'imperméabilisation pour l'habitat dense, 40 à 50% pour les densités moyennes, 15% pour l'habitat diffus, 65% pour la globalité d'une zone industrielle. On atteint 100% pour les infrastructures autoroutières, les aérodromes /tel celui d'Aix/ et les grandes surfaces commerciales. Mais nous avons vu que dans notre région l'imperméabilisation "humaine" ne représentait en 1975 que 3,7% de la surface totale du bassin versant. Cela suffit-il à perturber profondément le régime du cours d'eau? Il est évident qu'avec des averses atteignant ou dépassant 100 mm en 24 heures le doublement ou le triplement des surfaces imperméabilisées représente un écoulement plus efficace et surtout plus rapide<sup>/1/</sup>.

2/ La superposition des crues peut être favorisée par l'urbanisation.

Nous avons vu qu'en Provence les averses violentes progressent souvent du Sud-Est vers le Nord-Ouest c'est à dire tombent d'abord sur l'amont des bassins comme celui de l'Arc. Donc elles ont déjà tendance à "rattrapper" l'onde de crue venant de l'amont montagneux. Les études hydrologiques de la Société du Canal de Provence montrent que, dans la partie supérieure du bassin, le temps de réponse observé pour les plus fortes averses est de 4 heures environ à l'entrée du bassin moyen. Des mesures faites sur des quartiers de la ville d'Aix /inférieurs à des ensembles de 200 hectares/ donnent des temps

---

/1/ Pour une pluie décennale de 84 mm en 6 heures, l'écoulement des 2680 hectares imperméabilisés représenterait 35% des débits de crues actuels au delta si le coefficient d'écoulement était de 100%.



de réponse de 2 heures. L'absence d'enregistrement horaire des pluies sur le bassin sauf à Aix rend difficile l'analyse précise des liaisons entre les divers flots et le moment des averses maximales. Mais pour avoir suivi directement sur le terrain au moins 3 des plus fortes crues, il semble évident qu'il y a eu superposition au moins partielle des différents flots: celui d'amont d'Aix, celui des rivières comme la Torse qui longe la ville et traverse des quartiers nouveaux de fortes densités et celles qui viennent des villages fortement urbanisés drainant également des zones industrielles et de supermarchés; sans oublier les apports des infrastructures routières /376 hectares/ dont les talus alors dénudés ont fourni des fortes quantités de sédiments argileux. Les temps de réponse des rivières se sont accélérés, en particulier dans les zones moyennes, et comme les précipitations violentes arrivent avec un retard de plusieurs heures sur celles d'amont, la superposition peut mieux jouer. Des observations météorologiques plus fines devraient pouvoir apporter plus de précisions sur ce phénomène dans les prochaines années. L'encombrement des lits sur les communes les plus urbanisées du cours moyen et inférieur a encore favorisé ces rencontres de flots. Les hyétogrammes établis pour les crues du 29/12/72 montrent bien la superposition des divers flots et la part importante de l'écoulement du bassin moyen et d'Aix où se trouvent 72% des surfaces imperméabilisées actuelles. Malgré le ralentissement de l'urbanisation depuis 1 ou 2 ans, les choses vont elles s'aggraver?

#### V. Les aménagements nécessaires pour limiter les conséquences des crues et ne pas accroître leur fréquence

Ils se situent à plusieurs niveaux dans le temps et dans l'espace. Certains sont déjà effectués pour remédier aux dangers les plus immédiats. Les autres, qui engagent l'avenir de la région, exigent des études précises qui ont été confiées à la Société du Canal de Provence pour les problèmes hydrologi-

ques. Mais des choix plus délicats devront être faits, en particulier dans les types d'urbanisation et d'infrastructures.

1/ Les premiers remèdes portent sur l'amélioration de l'écoulement des eaux par le nettoyage systématique des lits de l'Arc et ses principaux affluents: enlèvement des arbres morts, suppression des sous bois de berges et lits d'inondation, sans toutefois porter atteinte à l'essentiel de la ripisylve qui est un élément fondamental du paysage des fonds du bassin d'Aix. Mais ceci doit se faire sur plus de 150 km si l'on tient compte des 2 rives et le coût en est déjà de plus de 2 millions de francs. Or la loi prévoit que les propriétaires riverains doivent payer, ce à quoi ils se refusent. D'où la prise en charge par le Conseil Général des Bouches du Rhône /avec une aide de l'Etat assez faible/ des premiers travaux. Depuis plusieurs années, des discussions pour créer un syndicat inter-communal échouent sur la question des critères à retenir pour la répartition des charges financières et la participation - ou pas - des communes non riveraines de l'Arc mais dont les eaux lui sont fournies par les affluents!

2/ Dans un deuxième temps l'endiguement spontané est apparu sur certaines sections du bassin moyen et inférieur pour assurer la protection des installations d'épuration d'Aix, des stades, voire de terrains privés, sous le contrôle plus ou moins efficace du Ministère de l'Agriculture responsable de la police des eaux. Des petites sections endiguées sont nées ainsi sans plan d'ensemble. Elles risquent d'aggraver le mal en restreignant les zones d'écroulement des crues, en accélérant la vitesse d'écoulement de certaines sections donc les dangers de superposition des flots. L'égoïsme permet de repousser le danger sur les terres du voisin, mais le sort d'une digue n'est-il pas d'être crevée par une crue surtout si l'ouvrage n'est pas entretenu ni conçu par des spécialistes? Faudra-t-il en arriver à un endiguement général au moins à partir du bassin moyen, le plus urbanisé et dans ce cas créer un véritable canal



artificiel qui dégraderait irrémédiablement le paysage? une belle rivière devenant une sorte de grand collecteur d'égout à ciel ouvert? Il faudrait d'ailleurs y investir plusieurs centaines de millions de francs!

Alors si le recalibrage du lit mineur est nécessaire, si le lit d'inondation doit être libre de constructions et de cultures permanentes si l'étude géomorphologique de la dynamique actuelle du lit doit accompagner les recherches hydrologiques, il faut poser sérieusement les problèmes d'avenir.

3/ L'écrêtement des crues, opéré naturellement par les déversements dans les sections de large lit majeur, peut être renforcé par la construction de réservoirs en amont, dans la zone la plus rurale et qui reçoit les plus fortes averses, avant que l'Arc ne pénètre dans la commune d'Aix. Le Canal de Provence propose 4 bassins de retenue qui pourrait stocker 5 millions de  $m^3$  en noyant environ 200 hectares. Leur aménagement en bases de loisirs est possible. Mais cette solution n'est envisagée qu'à lointaine échéance et si les problèmes allaient en s'aggravant. Déjà la retenue du Barrage de Bimont /25 millions de  $m^3$ / sur le versant nord de la montagne de Sainte Victoire que draine un affluent de l'Arc, a stocké 2,5 millions de  $m^3$  d'eau lors de la crue de Janvier 1978. Ce barrage sert essentiellement à l'alimentation en eau potable et d'irrigation pour la Provence Occidentale.

Les coûts des divers aménagements de restauration des lits, des endiguements localisés, des divers travaux dans le delta et le bassin moyen ainsi que des 4 retenues, dépassaient la somme de 43 millions de francs en 1977! Le résultat est promis efficace contre les crues décennales /à Berre 290  $m^3$ /sec/ et les crues de 25 ans à Aix /320  $m^3$ /. Mais la poursuite de l'urbanisation ne risque-t-elle pas de mettre en péril ces prévisions?

4/ La planification urbaine prévisible dans les 20 prochaines années.

Il est toujours très difficile de prévoir, même à moyen

terme, le rythme et les modes du développement urbain et de ses infrastructures car il dépend de facteurs complexes. Le freinage brutal actuel en est la meilleure preuve. Mais la région d'Aix reste attractive même dans la crise économique car elle attire, par son climat et ses paysages, les retraités, les professions libérales, les cadres de la Provence Occidentale. Les fonctions universitaires, le succès des zones industrielles, les activités commerciales sur une position de carrefour historique, le débordement de l'habitat depuis le bassin de Marseille congestionné etc. font que la population des villes et des villages continue à s'accroître. Mais la progression est passée de 4 à 5% par an à 2-2,5% depuis deux ou trois ans. L'espace est donc moins dévoré par l'urbanisation que ce qui pouvait être prévu en fonction de l'accroissement de deux dernières décennies.

Les imperméabilisations futures d'origine urbaine /habitat et infrastructures/ peuvent être étudiées grâce aux Plans d'Occupation des Sols /POS/ déjà approuvés ou en cours d'étude très avancée. En effet ces POS fixent la destination des zones communales pour 2000. On y trouve exactement indiqués les zones réservées à l'habitat avec des densités différentes /donc des % d'imperméabilisation selon les critères indiqués plus haut/. On y trouve également les ZI, les zones d'activités commerciales les principales infrastructures prévues ainsi que les zones réservées à l'agriculture, aux espaces naturels protégés /les boisements/ etc. Les calculs donnent des résultats qui devraient calmer les craintes puisque à moyen terme /15 ans/ les surfaces imperméabilisées devraient passer de 3,7% à 5,5% et à long terme /au delà de l'an 2000/ à 8,6% de la superficie totale du bassin-versant de l'Arc. Elles feront cependant plus que doubler!

La répartition régionale de cet accroissement montre que la part du bassin moyen /où se situe la ville d'Aix/diminuerait en % par rapport à la partie méridionale du bassin supérieur dont l'écoulement se fait d'ailleurs à l'entrée de la commune



d'Aix et menace donc les quartiers riverains de la rivière. La périphérie du bassin, sur laquelle déborde l'agglomération marseillaise, connaît aussi une urbanisation soutenue. Elle est drainée par de petites rivières qui inondent fréquemment leurs rives et pour lesquelles rien n'a été encore fait ni prévu!

Le plan d'ensemble de maîtrise de l'écoulement et d'écêtement des crues mis au point par les spécialistes du Canal de Provence tient évidemment compte de ces prévisions d'urbanisation. Il devrait en limiter les conséquences au moins pour les crues à période de 25 ans. Mais il peut être complété par des actions ponctuelles agissant aux niveaux des quartiers urbains dont la construction est en cours ou prévue.

b/ La limitation de l'imperméabilisation et les retenues de quartier.

Même si l'urbanisation a été trop facilement mise en accusation dans les inondations récentes de la façade méditerranéenne de la France, son développement anarchique, en particulier sur les pentes fortes, est un facteur non négligeable de la rapidité et de la hauteur des crues d'organismes hydrologiques mal entretenus. Il faut donc essayer de corriger un certain nombre de conséquences de l'urbanisation qui conduisent à l'accentuation du déséquilibre introduit dans les milieux naturels. Le Ministère de l'Equipement, celui de l'Agriculture ont proposé aux communes un certain nombre d'aménagements à apporter dans le nouveaux quartiers: n'imperméabiliser que le strict nécessaire c'est à dire réduire les parcs à automobiles de surface en conseillant leur construction en sous-sols sous les immeubles. C'est d'ailleurs plus esthétique et les espaces verts y gagnent en superficie. De même pour les centres commerciaux. Dans les zones industrielles, ne pas multiplier à plaisir les zones goudronnées de stockage en surface mais là encore étendre au maximum les espaces verts complantés. Il faut également inherber et reboiser le plus vite possible les talus dénudés artificiellement pour les travaux routiers, car de fortes quantités de boues s'ajoutent au ruissellement.

Une innovation importante a été introduite par l'intégration de bassins de retenue de quartier dans les nouvelles constructions de type ZAC /Zone d'Aménagement Concertée/ de telle façon que les ruisseaux mineurs puissent y déverser leur trop-plein et donc favoriser l'écrêtement des crues. L'inconvénient est la gestion de ces bassins pour qu'ils soient vidangés au bon moment /cela suppose une planification stricte des observations météorologiques et hydrologiques de tout le bassin/ et, sous climat méditerranéen, la sécheresse sévère de l'été pose le problème de leur aspect paysager lorsqu'il seront en grande partie vides. De toute façon leur rôle ne peut qu'être très mineur pour des averses copieuses et de longue durée comme celles qui sont abattues sur le Midi de la France lors des crues étudiées. D'ailleurs les collectivités locales et les constructeurs ne sont guère partisans de ce genre de construction.

Il reste une action générale pour éviter les trop fortes densifications d'habitat, surtout sur les pentes. Mais l'habitat diffus est gros consommateur de terrains à bâtir et la desserte routière multiplie les talus et le goudron. Inversement un habitat concentré en immeubles élevés, entourés de vastes espaces verts /et à condition que les parcs à véhicules soient souterrains/ peut apparaître comme une meilleure solution. Mais la plupart des POS, pour des raisons esthétiques, limitent, voire interdisent comme à Aix, les immeubles en tours ou à trop grand nombre d'étages.

## CONCLUSION

Si l'urbanisation accélérée et anarchique de la façade méditerranéenne de la France /et de bien d'autre pays voisins!/ n'est pas la cause essentielle des crues de rivières restées longtemps modestes, elle est un élément qui les favorise. En particulier le raccourcissement du temps de réponse, l'augmentation très importante des coefficients d'écoulement peuvent



provoquer la superposition d'ondes de crues locales liées aux très fortes averses qui caractérisent les climats méditerranéens. De plus les installations irrationnelles de l'habitat augmentent les dégâts provoqués, surtout que l'urbanisation n'a pas pris en compte, jusqu'à ces dernières années, les mutations des milieux physiques et tout particulièrement des comportements hydrauliques des cours d'eau modestes.

Devant la répétition de crues catastrophiques, les administrations sont obligées de provoquer des études nouvelles. Les géographes qui, plus que d'autres, ont conscience de la complexité des relations entre les milieux physiques et les actions humaines, devraient y jouer un rôle important, ce qui n'est guère le cas jusqu'à présent. A côté des problèmes bien connus sur la défense des forêts méditerranéennes, l'érosion des sols, la pollution des eaux, le champ d'études sur les relations plus délicates entre les milieux physiques et l'urbanisation, nous semble offrir des perspectives de recherches pluridisciplinaires qu'il serait dommageable de négliger.

## ANALYSES GÉOGRAPHIQUES COMPLEXES DANS L'ALFÖLD SUD-ORIENTAL, EN VUE D'INSTAURER LA PROTECTION DES SITES

Z. Dövényi - L. Mosolygó - J. Rakonczai

En Hongrie, l'activité humaine a modifié la majeure partie des paysages naturels. Cette conséquence nécessaire, du développement des agents de production, produit souvent la ruine de valeurs naturelles uniques. Pour cette raison aussi, il import de mettre à jour l'analyse des territoires, qui ont été jusqu'à présent moins modifiés par l'activité humaine, et qui par conséquent ont gardé en grande partie leur caractère naturel.

Dans l'Alföld sud-oriental, il s'agit des formes superficielles, se rapportant à la steppe boisée d'autrefois, de la végétation qui s'y rattache, des restes du réseau des fleuves d'autrefois, de la végétation des zones de crues qui se forme le long des cours d'eau et de quelques espèces de plantes et d'animaux qui sont les plus importants, du point de vue de la protection des valeurs naturelles.

La mise à jour et l'analyse de ces éléments naturels doivent atteindre un double but. D'une part il faut assurer la protection et la conservation des valeurs naturelles, d'autre part - parce qu'il n'y en a pas beaucoup - leur rattachement, au moins en partie, à la récréation.

Le territoire examiné, situé au sud de Békéscsaba, entre les deux villages de Szabadkigyós et Kétegyháza, a une superficie de 30 km<sup>2</sup> et appartient à des paysages qui ont été relativement peu modifiés par l'activité humaine jusqu'à présent. Cela rend possible d'une part l'analyse "in situ" de la genèse et des formes superficielles, d'autre part la mise à jour des conséquences favorables et défavorable de l'influence grandissante de l'homme.



## LA GÉOLOGIE DU TERRITOIRE

Le territoire analysé se situe dans la partie méridionale de l'une des aires d'ennoyage les plus profondes du bassin Hongrois. Selon les mesures géophysiques, la profondeur du soubassement du pannonien inférieur est environ 4000 m et le massif ancien se trouve à une profondeur d'au moins 5000 m /OKGT/.

Après une longue période de dénudation, c'est au miocène moyen que la sédimentation commence, qui donne l'essentiel de la série sédimentaire. Sur le territoire du lac déjà d'eau douce et qui s'est remblayé dans une grande mesure, c'est la sédimentation fluviale, bas lacustre et secondairement terrestre qui a commencé /BARTA, F. 1975/. Sur notre territoire au cours du pleistocène la rivière Maros et ses affluents ont déposé une série sédimentaire d'épaisseur assez grande. Le matériel transporté par le Maros ancien restait en équilibre avec l'ennoyage, et ainsi c'est une série sédimentaire normale qui s'est formée /SÜMEGHY, J. 1952/. Après que le Maros ait occupé son lit principal /à l'holocène ancien/ la position des branches, qui erraient à travers son cône alluvial, devenait suspendu, elles ne recevaient plus d'eau fluviale et elles se sont remblayées en grande partie /SÜMEGHY, J. 1944/.

Parmi les dépôts superficiels et proches de la surface ce sont les sédiments loessiques qui dominent /RÓNAI, A. - FEHÉRVÁRI, M. 1961/. Ce sédiment périglaciaire qui s'est déposé dans la dernière période du pleistocène se trouve sur notre territoire sous des formes très variées. Sur les terrains relativement plus hauts, au cours de la fin du pleistocène, il s'est déposé sur des reliefs secs et sur des reliefs périodiquement humides, mais sur les terrains plus profonds nous trouvons des dépôts à caractère de loess transporté, qui tend à devenir "szik". Notre territoire est caractérisé surtout par ce dépôt, il n'y a pas de loess typique.

## LES FORMES SUPERFICIELLES

Sur la base des photographies aériennes et de nos levés, nous avons exécuté une carte géomorphologique détaillée du territoire au 1/200 000, sur laquelle figurent les formes naturelles de même que les formes anthropogénétiques.

### Lits anciens et levées naturelles

Sur le territoire de "Pusztá" de Kigyós, actuellement il n'y a pas de cours d'eau en activité, mais on peut longuement suivre les lits anciens qui ont remblayé le pays à la fin du pleistocène et dans l'holocène ancien. En outre des micro-formes, les levées naturelles, qui génétiquement appartiennent étroitement au lit, diversifient le pays plat.

Sur notre territoire se trouvent trois lits anciens assez importants de plusieurs kilomètres, longés par des levées naturelles. A l'aide de l'agrandissement de la carte /GAZDAG, L. 1964/ des lits anciens se trouvent entre les cours d'eau Maros et Körös, et avec l'utilisation de la méthode d'identification des lits à la base de la mesure des méandres, selon toute probabilité, nous pouvons juger que tous les lits constituent des branches anciennes du Maros. /Pour l'identification définitive il faut l'analyse des minéraux lourds./ Selon nos observations, la branche qui borne la Pusztá à l'ouest est la plus ancienne, et celle qui partage notre territoire en deux parties est la plus jeune. Les lits anciens sont partout bordés de levées naturelles. Leur genèse s'explique par un processus qu'on peut observer même sur d'autres territoires: pendant les inondations, le cours d'eau de plaine quittant son lit, dépose des sédiments grossiers tout près de la rive, et en s'éloignant des sédiments du plus en plus fins et dont l'épaisseur diminue en général /BORSY, Z. 1972/. Ces terrains, en conséquence de leur composition favorable et du meilleur régime d'eau, diffèrent des autres terrains par leur utilisation comme champs.



### Les formes de szik

/"Szik" est le terme employé en Hongrie pour les sols halomorphes/. Sur le territoire analysé, on peut observer trois types de formes de szik: ruisselet de szik, bas-fond de szik et banquette de szik.

Les terrains, où le processus de formation des banquettes est importante se trouvent dans les parties du sud des pâturages de Kigyós et de Kétegyháza. La surface des banquettes est à 10-30 cm au dessus du fond, et elles représentent les terrains originels qui n'ont pas été dénudés.

Les ruisselets de szik transportent les eaux des pâturages vers les terrains les plus bas, donc vers les bases d'érosion locales. Dans la formation de ces petits lits à basse chute, la dissolution jouait un rôle important /STRÖMPL, G. 1931/, mais il faut compter aussi avec le rôle de l'érosion d'éléments de plus gros calibre. Parfois leur formation est engendrée par le piétinement des animaux/TREITZ, P. 1924; STEFANOVITS, P. 1975/.

Les bas fonds de szik sont semblables au ruissellement de szik mais ils sont plus étendus. Du point de vue de leur expansion, ils appartiennent à cette dernière forme, mais en qui concerne leur genèse, ils sont originaires des deux formes précédentes.

### Formes et processus anthropogénétiques

L'influence humaine dans la vie de la puszta a commencé à la fin de l'âge du cuivre /GAZDAPUSZTAI, Gy. 1966-1967/. C'était le peuple de la civilisation de kourgane qui a construit 36 collines cumanes, dont la plus grande partie se trouve sur les terrains secs méridionaux. Leur hauteur relative est en général de 1,5 à 3 m, mais des hauteurs de 8-9 m ne sont pas rares. Une grande partie de ces collines sont presque en ruine - surtout en raison de l'intervention archéologique et de la mise en culture - seules, quelques collines sont protégées par une couverture de gazon.

Dans la deuxième moitié du XIX. siècle, on a commencé à cultiver les levées naturelles; c'est à cette époque qu'on a construit les premiers canaux pour les eaux vaseuses et les dignes qui s'y rattachent. Mais l'assèchement des terrains inondés d'eau d'infiltration n'est pas résolu aujourd'hui non plus et le réseau des rigoles d'assèchement ont influencé défavorablement à plusieurs points de vues l'état originel. Le caractère équivoque de l'influence humaine est également attesté par le fait que les taches de forêts, qui étaient originellement des pépinières, une fois abandonnées sont devenues des broussailles intraversables.

#### Le climat

Sur le territoire de la puszta le climat est tempéré, avec l'influence dominante des effets continentaux. La durée moyenne de l'ensoleillement est de presque 2000 heures. la température moyenne annuelle entre 1951 et 1972 fut de 10,1°C, le mois le plus froid janvier avec 1,5°C au-dessous de zéro, le mois le plus chaud juillet avec 20,9°C. Les précipitations moyennes annuelles entre 1951-1973 s'élevèrent à 556 mm qui est moindre que dans les régions voisines. Dans la répartition des précipitations, on peut observer deux maximums le principal au commencement de l'été /juin 87,4 mm/. Le caractère capricieux des précipitations est aussi caractéristique: dans la période examinée, les valeurs extrêmes ont été 373 mm et 703 mm.

Sur la base des données des six stations de microclimat installées sur les surfaces caractéristiques de la puszta, trois types de microclimat différents peuvent être distingués.

- I. Pré marécageux: le type est humide, frais, équilibré. Les espaces qui s'y rattachent montrent un caractère tempéré, équilibré relativement aux autres terrains, sous l'influence de la couverture d'eau et de la végétation. Les valeurs extrêmes de la température de l'air sont plus basses de quelques degrés



que sur les terrains secs, les valeurs du vent et de l'évaporation sont aussi beaucoup plus faibles.

- II. Szik: est un type sec, chaud et extrême. Le grand balancement de la température dans l'air comme dans le sol est caractéristique. La teneur en vapeur d'eau est faible, le vent est plus fort. En raison de la différence de couverture par la végétation, on peut observer une certaine différence dans le microclimat de la banquette de szik et du bas-fond de szik, la température de l'air et du sol de ce dernier étant plus haute de quelques dixièmes de degré.

- III. Kourgane: type sec et chaud. Ce sont la variation de la température de l'air, la température équilibrée du sol, la faible teneur en vapeur d'eau et le rôle plus grand du vent qui caractérisent ce type.

### L'hydrogéographie

Le réseau hydrogéographique entier de la Puszta tire sa naissance de l'activité humaine, bien qu'on ait construit un court segment de deux canaux en suivant les lits anciens. Les canaux jouent un rôle important dans la dérivation des eaux locales, et on y dérive les eaux vaseuses des territoires qui se situent au sud de la puszta /parfois sur les parties basses de la puszta/.

La nappe phréatique du territoire est connue dans son détail /RÓNAI, A. 1961; RÓNAI, Á. - FEHÉRVÁRI, M. 1961/. Sur la plus grande partie du territoire, elle se trouve à une profondeur de 1-2 m, sur les terrains les plus bas, par endroit sa profondeur est inférieure à 1 m, mais dans les levées naturelles elle dépasse quelquefois les 3 m. Au printemps, en temps de crue, on peut observer une importante inondation de terrain. /Le plus grand secteur ayant ce caractère est la partie septentrionale des pâturages de Kigyós/. Sur une grande partie du territoire, ce sont les cours d'eau et la nappe souterrains, qui jouent le rôle le plus important dans l'apport d'eau. La

composition chimique de l'eau souterrain est très variée. La quantité de matériaux dissous peut dépasser 4000 mg. par litre. Parmi les cations, le sodium, parmi les anions, les ions de sulfate et d'hydrocarbonate dominant.

### Les sols

Les sols de notre territoire appartiennent aux types principaux des chernozems et des sols à szik. Ce sont les sols à szik qui occupent la plus grande partie du territoire. Ils se subdivisent en deux sous-types: solonetz de prairie et solonetz de prairie évoluant en sol de steppe. Un troisième type de sol, celui des pâturages de Kigyós, est le chernozem de prairie salin en profondeur.

Dans le sud de la région située au delà de la Tisza, les hauteurs absolues n'influencent pas la situation des types de sol, mais conformément au microrelief nous trouvons des sols très différents à peu de distance. La situation et la genèse de ces sols sont également morphogénétiques /SZÜCS, L. 1960/.

Sur le territoire bordé de trois côtés par des levées naturelles un peu plus hautes, les dénivellations, la nappe d'eau et, avant les travaux de protection contre l'inondation, les crues qui survenaient tous les ans sur les terrains septentrionaux les plus bas, avaient un rôle très important dans la genèse des sols. La plupart des sols sont de caractère hydromorphe et même le chernozem de prairie salin en profondeur n'est pas préservé de l'influence de l'eau.

Dans le cas de chernozem de prairie salin en profondeur, la nappe d'eau ne touche que son horizon inférieur, et en général il n'y a dépôt de sel que dans l'horizon B ou l'horizon C /STEFANOVITS, P. 1975/. Ces sols couvrent les surfaces les plus hautes du territoire. Les solonetz de prairie évoluant en sol de steppe se trouvent à un niveau un peu plus bas. Son horizon supérieur est préservé de l'effet de l'eau et les signes de la dynamique de chernozem se montrent.



Sur la moitié du territoire, nous trouvons le solonetz de prairie. Sa genèse, selon nos données, s'explique par le lessivage /'SIGMOND, E. 1934b/. Dans la formation du solontchak - par l'accumulation capillaire de sel - la nappe d'eau à grande teneur en sel a joué un rôle important. Mais le rôle de la roche-mère qui tend à devenir szik et celui des inondations qui se retirent très lentement ne sont pas négligeables. Quand le niveau de la nappe d'eau baissait, il a rendu possible le lessivage, qui est représenté par la différence des horizons inférieurs et supérieurs du point de vue de la teneur en argile, le manque du calcaire dans l'horizon supérieur et la répartition du calcaire dans le profil.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BARTHA F. 1975. A magyarországi pannon képződmények horizontális és vertikális összefüggései és problematikája. - Földt. Közl. 105. pp. 399-418. /Les problèmes des formations pannoniennes./
- BORSY Z. 1972. Üledék- és morfológiai vizsgálatok a Szatmárisíkságon az 1970. évi árvíz után. - Földr. Közl. 20. pp. 38-42. /Études sédimentaires et morphologiques sur la pleine de Szatmár./
- GAZDAG L. 1964. A Szárazér vízrendszere. - Földr. Közl. 12. pp. 367-374. /Le réseau hydrographique de Szárazér./
- GAZDAPUSZTAI Gy. 1966-1967. Chronologische Fragen in der Alföld-Gruppe der Kurgan-Kultur. - Mórá Ferenc Múzeum Évkönyve. pp. 91-100.
- OKGT én. Területi kutatási program: Békés medence. /Programme de recherche territorial: le bassin de Békés./
- RÓNAI A. 1961. Az Alföld talajvíztérképe. Bp. /La carte de l'eau souterraine de l'Alföld./
- RÓNAI A. - FEHÉRVÁRI M. 1961. Kísérlet az Alföld részletes földtani térképezésére Szabadkigyós környékén. - MÁFI Évi Jel. az 1957-58 évről pp. 135-164.

- /Essai pour la cartographie géologique détaillée de l'Alföld aux environs de Szabadkigyós./
- 'SIGMOND E. 1934a. Általános talajtan. Bp. /Pédologie générale/
- 'SIGMOND E. 1934b. A magyar Alföld szikeseinek jellemzése és osztályozása. In: Sajó E. - Trummer Á. /szerk./ A magyar szikések, különös tekintettel a vízgazdálkodás útján való hasznosításukra. M. Kir. F.M. Kiadványai. 2. sz. pp. 3-20. /L'analyse et le classement du sol à szik hongrois./
- STEFANOVITS P. 1975. Talajtan. Bp. /Pédologie./
- STRÖMPL G. 1931. A szik geomorfológiája. - Földr. Közl. 59. pp. 62-74. /La géomorphologie de szik./
- SÜMEGHY J. 1944. A Tiszántul. Bp.
- SÜMEGHY J. 1952. Békéscsaba vízellátásának kérdése. - Hidrl. Közl. 32. pp. 118-121. /La question de l'approvisionnement en eau de Békéscsaba./
- SZABOLCS I. 1954. Tiszántuli szikes talajaink szologyosodása /degradációja/. - Agrokémia és Talajtan. 3. pp. 361-368. /La dégradation des sols à szik de Tiszántul./
- SZÜCS L. 1960. Adatok A Dél-Tiszántuli-löszhát földrajzához. - Földr. Közl. 8. pp. 65-75. /Données pour la géographie pédologique du Tiszántul méridional./
- TREITZ P. 1924. A sós és szikes talajok természetrajza. Bp. /La nature de sols halomorphes et à szik./



## LES ZONES DE DANGER ACTUEL OU VIRTUEL DE DÉFLATION EN HONGRIE

Ádám Kertész

La naissance des problèmes d'environnement a entraîné la constitution d'une nouvelle discipline, celle de la géomorphologie du milieu. Cette discipline peut être replacé à l'intérieur du cadre des sciences écologiques: son sujet consiste dans l'étude des interactions entre l'homme et les processus géomorphologiques. Les problèmes de "l'utilisation du Globe" y appartiennent. Ces conflits entre l'homme et la Terre se concentrent sur deux pôles: d'une part il y a des processus catastrophiques ou nuisibles pour l'homme, d'autre part, du fait de l'intervention humaine, il faut compter avec l'existence des processus aux conséquences désastreuses pour la nature. Les processus de déflation appartiennent au groupe précédent, par rapport aux géoprocessus nuisibles pour la société. Ils signifient l'un des géoprocessus les plus importants, et les plus nuisibles en même temps.

Du point de vue de la protection de l'environnement ce n'est pas seulement le processus de la déflation, mais aussi celui de l'accumulation éolienne, qui peuvent être nuisibles; de plus, dans le cas de déroulement à grande vitesse de ce processus, on peut parler du phénomène dit de l'impact des sables. En conséquence les territoires caractérisés ci-dessous comme en danger de déflation représentent en même temps des territoires en danger d'accumulation.

J'ai étudié les mouvements de sable éolien en tant que géoprocessus nuisible à partir de trois points de vue, soit de trois sources données: 1. de la carte de l'érosion du sol parue dans la publication de l'OMMI /Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet = Institut National pour l'analyse de la qua-

lité des produits agricoles/ /STEFANOVITS, P. 1964/ sur laquelle j'ai relevé les zones de danger de déflation en Hongrie; 2. j'ai utilisé les données publiées par GÉCZY, G. dans son ouvrage "Le territoire agricole de la Hongrie" /1968/; 3. j'ai fait le levé des nuisances produites par le sable à l'échelle du comitat d'après les données de l'institution d'assurance de l'État. A côté de l'examen de chacune des trois sources de données, leur comparaison est très intéressante ainsi que l'analyse de leurs relations avec les conditions géomorphologiques du pays.

Les conditions des mouvements de sable sont réunies en premier lieu dans les trois mésorégions du pays: à la Nyírség, à l'interfluve Danube-Tisza et au Somogy intérieur. Des territoires dangereux moins étendus se trouvent par ailleurs aussi /Mezőföld, la plaine en bordure du Danube etc./. La formation des sables aptes à être transportés par le vent est liée à la formation des surfaces de cônes alluviaux. Les sables fluviaux formés en majorité au cours du Pléistocène ont été transportés dans les périodes chaudes et arides de l'Holocène.

Les territoires en danger de déflation coïncident à peu près avec les zones de sables en mouvement /fig. 1/a, b, c, d/. Les étendues de sables en mouvement indiquées sur la carte de genèse du sol de la Hongrie /OMMI, 1961/ dépassent par endroits sur le territoire de l'Alföld les limites des territoires qualifiées sur la carte de l'érosion du sol comme en danger de déflation. La direction du dépassement est souvent NW--SE et ainsi elle peut être rapportée à la direction NW du vent dominant. Sur la figure 1 j'ai représenté ces territoires comme zones en danger potentiel de déflation. Des étendues de sables en mouvement et des étendues de sables fixes sont présentes naturellement aussi dans les autres parties du pays. La figure 2 montre en quel proportion les étendues de sables en mouvement et d'autres sables sont réparties dans les régions agricoles des ar-



a.

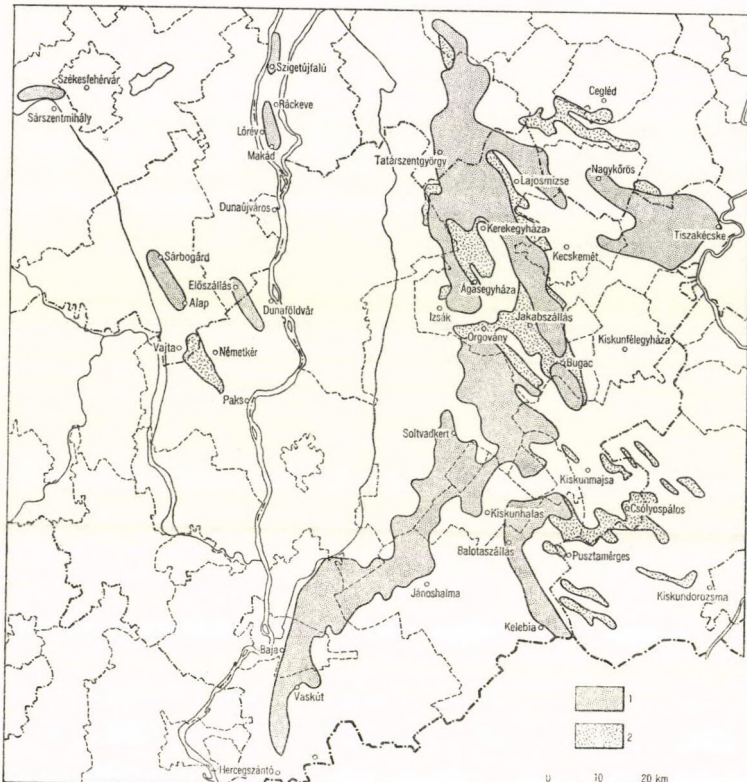


Figures 1/a--d.

Les zones en danger actuel ou virtuel  
de déflation en Hongrie

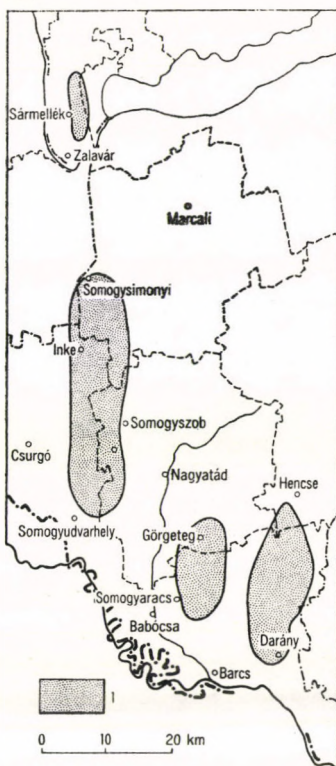
1 = territoires en danger actuel; 2 = territoires en danger potentiel; a = Nyírség et Bodroghöz; b = l'interfluve Danube-Tisza et Mezőföld; c = Somogy-intérieure; d = Kisalföld.

b.





c.



d.





Figure 2.

Pourcentage des régions de sables en mouvement par rapport  
aux autres types de sables sur le territoire agricole des  
arrondissements

1 = sables en mouvement; 2 = autre types de sables.



rondissements<sup>x/</sup>. Le pourcentage des étendues de sable est naturellement le plus élevé dans les arrondissements des mésorégions déjà mentionnées: soit dans l'arrondissement de Kecske-mét /19,57%/, sur le territoire agricole de la ville de Kecske-mét /18,52%/, dans les arrondissements de Kiskunhalas /16,8%/, de Szeged /19,07%/, de Cegléd /18,87%/, de Nyírbátor /18,67%/. Le pourcentage des autres types de sables est de même généralement le plus élevé dans les arrondissements ci-dessus. Les étendues de sable isolées de celles des sables en mouvement sont au taux le plus élevé dans les arrondissements de Monor, Dabas, Nagykálló, Nyíregyháza, Pápa, Sümeg, Gödöllő, Vác, Mátészalka, Baktalórántháza et Devecser.

En se rapportant aux données de l'Assurance d'État, on peut acquérir la certitude de ce que, du point de vue de l'impact du sable, de la déflation et de l'accumulation, non seulement les étendues des sables en mouvement marquent un danger, mais aussi celles des sables fixes. C'est ainsi que, d'après la figure 3 les pourcentages de territoires ayant subi l'impact des sables sont les plus élevés, par rapport aux territoires assurés, dans les comitats de Komárom /1,209%/, Pest /1,08%/, Szabolcs-Szatmár /1,008%/, et Heves /1,04%/, - donc pas exclusivement dans les étendues de sables en mouvement<sup>xx/</sup>.

---

<sup>x/</sup> J'ai dessiné les limites des arrondissements sur toutes les cartes ci-jointes conformément à la situation avant 1970, car les données se rapportent à ces circonscriptions antérieures.

<sup>xx/</sup> Je dois noter que seulement une série de données de six ans était à ma disposition, mais une moyenne de six ans ne peut avoir qu'un caractère informatif, parce que l'impact du sable est fortement influencé par les conditions météorologiques /années arides, années pluvieuses etc./, par l'irrigation, par la couverture, pour ne pas parler d'autres facteurs /surtout anthropiques/.

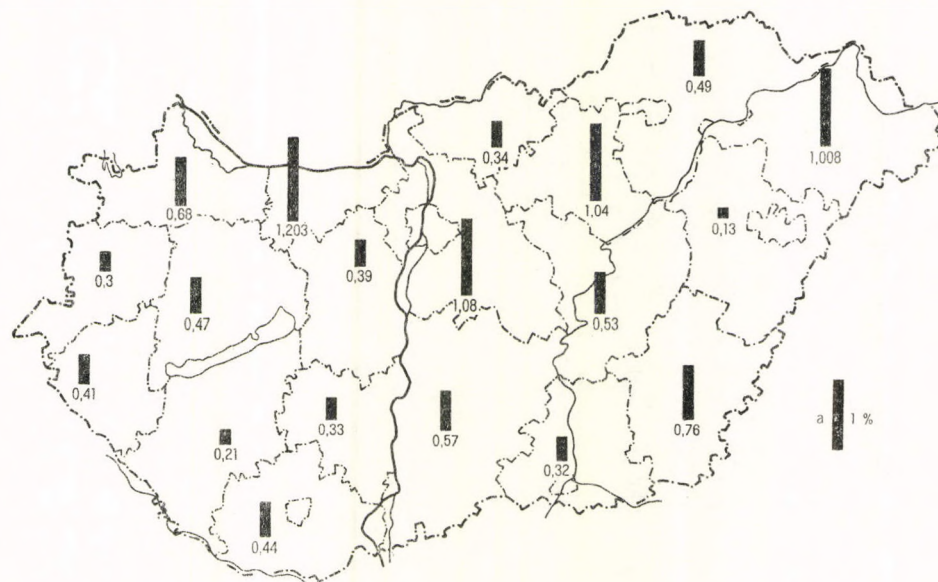


Figure 3.

Proportion des territoires endommagés par l'impact du sable  
par rapport à la superficie assurée /en %/ en moyenne des  
années 1968-1973 /par comitat/



Les figures 4 et 5 montrent l'ordre de grandeur des territoires ayant besoin de protection contre la déflation, en nombre absolu ou en pourcentage des territoires agricoles par arrondissement. Ces espaces coïncident assez bien avec les arrondissements présentant des valeurs importantes d'étendues de sables en mouvement et d'autres sables, excepté les parties de l'interfluve Danube-Tisza où le sable était déjà partiellement fixé par la viticulture, la culture des arbres fruitiers ou les reboisements. C'est pourquoi le pourcentage de territoires ayant besoin de protection contre la déflation est faible dans les arrondissements de Dabas et de Kiskunfélegyháza malgré leurs grandes étendues de sables, de même que dans l'arrondissement de Cegléd. Dans les autres arrondissements, le pourcentage des territoires ayant besoin de protection contre la déflation coïncide souvent avec celui des étendues de sables en mouvement. Enfin, il y a des arrondissements, où il n'existe pas de sable en mouvement, et c'est pour quoi on devra assurer la protection contre la déflation dans les autres types de sables /arrondissements de Hatvan, de Heves et de Paks/.

La représentation de la répartition spatiale actuelle des territoires en danger actuel ou potentiel de déflation n'est autre chose naturellement qu'un instantané, mais différentes répartitions spatiales correspondent à l'évolution dans le temps. Le "moment" s'entend du point de vue de l'histoire géologique, mais il a aussi une signification annuelle ou saisonnière. J'ai déjà parlé des changements géologiques /formation du sable, mouvement du sable/. Les changements mesurables sont en premier lieu les conséquences des actions anthropiques. L'intervention humaine la plus importante est le déboisement ou l'application incorrecte des méthodes de culture. Le rôle de l'irrigation est important. Faute d'irrigation - ou d'une teneur en humidité superficielle convenable - non seulement le sable, mais aussi le sol superficiel peut être soumis à la déflation. C'est ainsi que les territoires antérieurement en dan-

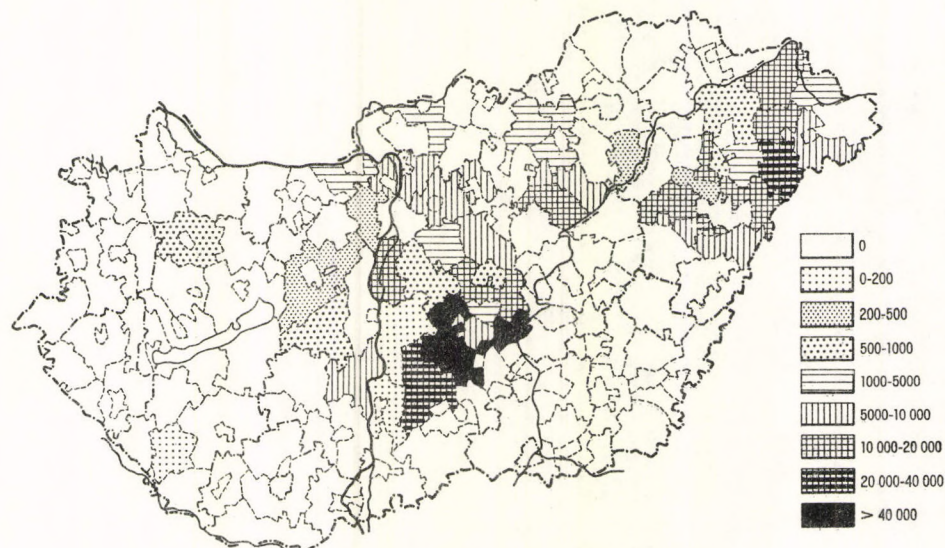


Figure 4.

4. ábra. Defláció elleni védelemre szoruló területek Magyarországon (kat. hold)

Territoires ayant besoin de protection contre la déflation  
/en nombre d'arpents cadastraux/



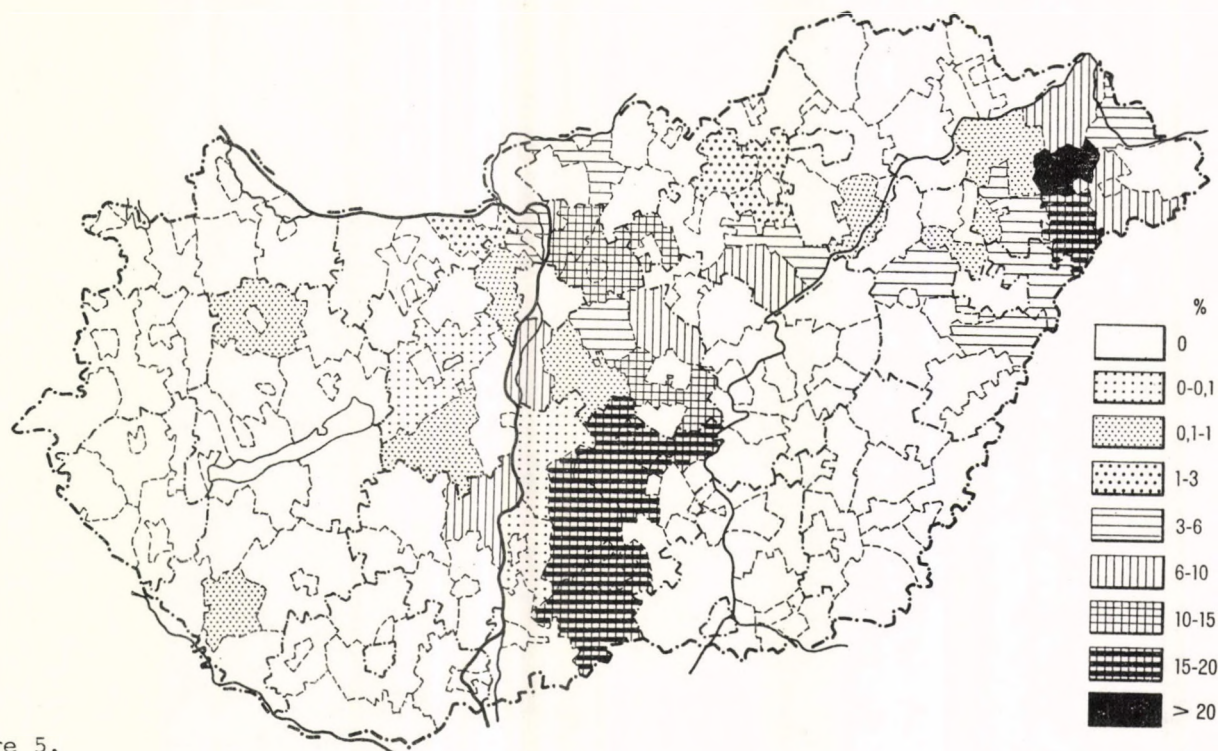


Figure 5.

Territoire ayant besoin de protection contre la déflation  
par rapport à la superficie agricole totale de l'arrondissement

ger potentiel de déflation peuvent devenir des territoires en danger actuel et inversement.

Les changements spatiaux saisonniers sont dûs à la variabilité des précipitations et de la couverture végétale. La régionalisation figurant ici se rapporte donc à un moment unique; la limite des régions peut changer notablement sous l'influence des facteurs mentionnés. A cela s'attache encore le fait que l'échelle de 1/500 000 utilisée ne permet de représenter que de vastes espaces continus.

La figure 6 montre le taux en pourcentage des sols présentant une faible épaisseur cultivable par rapport au territoire agricole des arrondissements. Les surfaces de cette sorte n'appartiennent pas aux zones de déflation et je ne les ai maintonnées que pour mémoire.

A partir des cartes et des tableaux ci-joints on peut établir les zones en danger de déflation suivantes /chaque zone sera traitée dans le cadre de la division régionale actuellement en vigueur; M. PÉCSI - S. SOMOGYI 1967/.

### 1. La Nyírség

Presque toute la superficie de la Nyírség peut être envisagée comme en danger de déflation. Cela n'est pas pour surprendre, car la surface est couverte entièrement de sédiments meubles. Les rivières descendant du Nord et construisant la Nyírség ont déposé leurs sédiments avant le Pléistocène récent. Le sable meuble est dominant surtout au Sud et au Sud-Est, son épaisseur peut atteindre 25 à 32 m /Z. BORSY 1961/. Dans les parties NW se trouvent surtout des sables loessiques et des loess sableux. /Les sédiments loessiques résistent ordinairement à la déflation./ Au NW on peut trouver aussi des loess typiques. Les plaines sont recouvertes surtout par des limons alluviaux et des sables alluviaux.

Le sable se déplaçait depuis le Pléistocène récent sur des étendues variées au cours d'autres périodes dans une mesu-



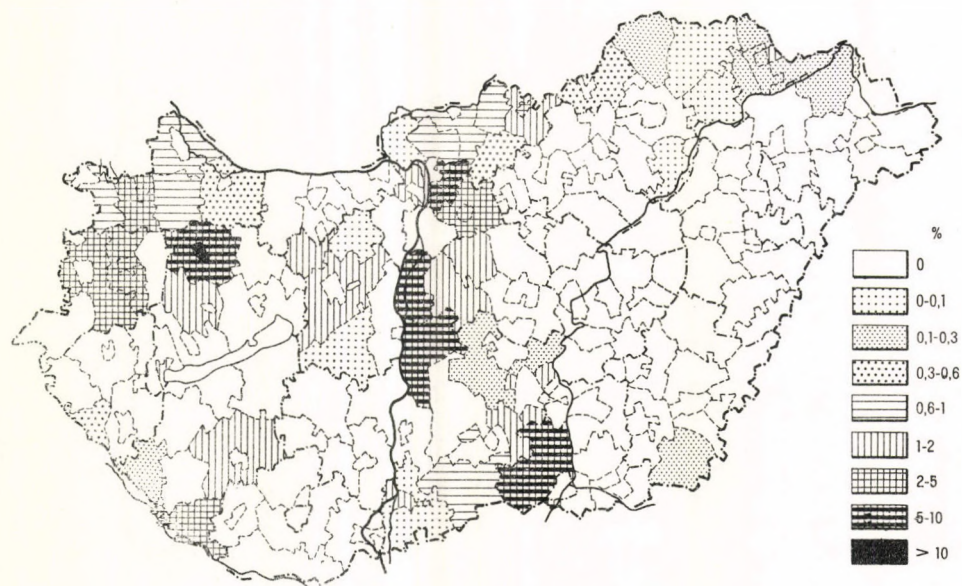


Figure 6

Pourcentage de sols présentant une mince couche arable sur  
sable grossier par rapport à la superficie agricole totale  
de l'arrondissement

re différente. La fin du Pléistocène fut une période de mouvements intenses du sable, et il en a été de même pendant la phase du noisetier. Au contraire, les mouvements de sable furent très faibles au cours des phases du pin-bouleau, du chêne et du hêtre. L'étendue des sables en mouvement s'est récemment accrue à cause du déboisement /Z. BORSY 1969, in: A tiszai Alföld/.

Les zones dangereuses ne s'étendent naturellement pas sur tout le territoire de la Nyírség. L'érosion éolienne dévaste ou peut dévaster surtout la partie centrale, le Sud et le Sud-Est.

## 2. La dorsale de l'interfluve Danube-Tisza

Sa genèse et son évolution ressemblent à celle de la Nyírség. Le territoire est le cône alluvial du Danube, sa surface est couverte en majorité de sédiments meubles, de sables en mouvement, de sables loessiques /M. PÉCSI 1967, in: A dunai Alföld/. /Des sédiments indifférents au mouvement de sable se trouvent ici: des formations limoneuses-argileuses, des formations de prairie-marécageuses./ Le sable meuble s'est déplacé à la fin du Pléistocène et au cours de la phase climatique sèche déjà mentionnée de L'Holocène. Son épaisseur peut atteindre 20 à 40 m. Les couches de sable en mouvement et les formations imperméables des basses terres plus humides alternent en bandes de direction NW--SE. Ce sont surtout les parties centrales et de Sud du territoire, qui sont en danger de déflation.

Les formes sableuses les plus variées sont constituées par des séries de dunes littorales à peu près parallèles les unes des autres, s'alignant à l'Ouest de la dorsale en attachant à la plaine d'inondation du Danube /M. PÉCSI 1967, in: A dunai Alföld/. La zone en danger de déflation est formée environ par la ligne Tatárszentgyörgy--Izsák--Orgovány--Soltvadkert--Kiskunhalas et à leur environnement immédiat au Nord et à l'Est. Dans la plus grande partie des trois lignes de monticules de sables /surtout dans la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup>/ existe un danger immédiat de dé-



flation. Ce danger peut être supprimé par reboisement ou par établissement de vignobles et de vergers. On trouve encore aujourd'hui des sables en mouvement, entre autres aux environs de Ágasegyháza--Izsák--Orgovány--Jakabszállás et de Bugac.

### 3. La dorsale loessique de Bácska

Pareillement aux deux territoires précédents, c'est une surface de cône alluvial. La formation du cône alluvial s'est étendue du Pliocène supérieur ou du Pannonien supérieur jusqu'au Pléistocène supérieur /M. PÉCSI 1959/. Depuis le Pléistocène supérieur la genèse des formes et des sédiments éoliens a été surtout caractéristique.

Même le modelage de la surface reflète l'évolution superficielle quaternaire et récente. La limite Nord de la dorsale ne se dessine pas nettement. Les sédiments sableux et des monticules de sables montrent la transition vers le cône alluvial de Kiskunság. Les espaces sableux dominent en demi-arc la surface jusqu'à la ligne Baja--Hercegszántó. De là vers l'E et le SE le sable meuble est couvert par un mince manteau de loess, sableux-loessique. Mais le sable meuble vient au jour par endroits dans des lambeaux plus ou moins grands. La surface est constituée dans les dépressions plus profondes et plates à sol sodique - comme sur la dorsale sableuse de l'interfluve Danube-Tisza - par des sédiments limoneux, argileux de prairie, limoneux loessiques.

Dans la microrégion géomorphologique de la dorsale sableuse de Bácska Nord, on trouve peu de territoires en danger de déflation. Mais il y a des bandes /p. ex. la contrée de Vaskut, de Kelebia/ ou la surface est recouverte par des sables en mouvement ou des pellicules de sable. Elles sont protégées en majorité par l'établissement de vignobles et de vergers.

La dorsale sableuse de Bácska Nord - en tant que continuation de la dorsale sableuse de l'interfluve Danube-Tisza - est déjà riche en territoires en danger de déflation.

Ce n'est pas un territoire continu non plus: il est découpé par des taches de loess. Le sable est fixé en beaucoup de lieux /forêt, vignoble, verger/, mais ne l'est pas à plusieurs endroits /p. ex. les environs de Illancs/.

#### 4. La Mezőföld

Dans la Mezőföld, les territoires en danger de déflation ne se rencontrent que par endroits; c'est pourquoi je n'analyserai que les microrégions géomorphologiques ou se trouvent des espaces en danger.

La structure et le relief de la Mezőföld centrale sont dominés surtout par des sédiments loessiques ou des formes loessiques. Mais au Sud de la sous-région /plateaux de loess de Pentele et de Sárbogárd/ on trouve deux grandes bandes continues en danger de déflation /L. ÁDÁM - S. MAROSI - J. SZILÁRD 1959/. Le plateau de loess de Pentele à l'Ouest et au Sud Ouest de Dunaföldvár passe successivement à un cône alluvial constitué sur un territoire du Pléistocène inférieur et moyen et édifié par des sédiments fluviatiles et éoliens /loess sableux, sable loessique, sable meuble/. L'épaisseur et l'extension des dépôts fluviatiles et éoliens sont variées. Le sable était vraisemblablement en mouvement à la fin du Würm ou au cours des phases arides chaudes de l'Holocène /aux environs de Előszállás/. Ces terrains sableux sont souvent disséqués par des zones plates et humides à mauvais régime hydrique.

Une situation semblable s'est constituée sur le bord Ouest du plateau de loess de Sárbogárd: sur le cône alluvial datant du Pléistocène inférieur et moyen du cours d'eau primaire Ős-Sárvíz, le sable apparaît aussi à côté des sédiments fluvialites plus grossiers, tout en indiquant la possibilité d'un danger de déflation.

Les territoires à mouvement de sables de la Mezőföld Sud se rattachent à ceux de la Mezőföld centrale /S. MAROSI 1953/. Le territoire est construit en matériaux fluviatiles sédimen-



taires /cône alluvial de la rivière primaire Ős-Sárviz/. L'accumulation des sédiments éoliens et le mouvement de sable eurent lieu - comme sur les territoires caractérisés ci-dessus - à la fin du Pléistocène et dans la période récente. La surface sableuse des environs de Németskér--Csámpapuszta, est un territoire en danger potentiel de déflation.

On remarque encore que le territoire situé à l'Ouest de Székesfehérvár, constitué surtout de sable limoneux, est considéré aussi - d'après le témoignage de la carte de l'érosion des sols de Hongrie - comme en danger.

#### 5. L'île Csepel

L'île Csepel est l'unique partie de la plaine en bordure du Danube où se trouvent des territoires en danger de déflation. Le Danube a détruit le cône alluvial, qui se constituait avant le Pléistocène récent, dans une mesure considérable au cours des interstadias du Würm. Des sables fluviatiles se sont déposés sur les matériaux de graviers dans une épaisseur variée. Le sable fluviatile fut transporté par le vent surtout dans la phase du noisetier. Au milieu des étendues de sables, se trouvent aussi des territoires de limon loessique. A côté des surfaces de sables en mouvement montrant des formes de sables demi-fixés, on trouve aussi des terrains de sables pelli- culaires /S. MAROSI 1955/.

Nous devons retenir deux taches plus grandes en danger de déflation: le territoire situé au Nord de Szigetújfalu, ainsi que l'espace situé entre les lignes de Ráckeve et Makád, au centre de l'île.

#### 6. Le Somogy intérieur

Les territoires aux sables en mouvement du Somogy intérieur se trouvent sur les deux flancs de la croupe de Marcali /à l'Est et à l'Ouest de celle-ci/ /S. MAROSI 1970/. Les deux territoires sableux sont séparés par endroits par des taches

de loess plus ou moins étendues, mais ils s'unissent de nouveau au Sud. Comme sur les zones de déflation mentionnées antérieurement, la formation des sables en mouvement s'est également attachée dans le Somogy intérieur à la formation des surfaces de cône alluvial ou à celle des sédiments fluviatiles. La construction du cône alluvial a commencé au début du Pléistocène par le dépôt des sédiments de graviers, dont la période principale a duré depuis le Günz jusqu'au Riss, au cours de laquelle se sont formés surtout des sables et dans une quantité réduite du limon et de l'argile. Les mouvements structuraux de la fin du Pléistocène moyen et du commencement du Pléistocène récent ont mis fin à la formation du cône alluvial. Ainsi la construction du cône alluvial a cessé ici plus tôt que sur les autres territoires de sables en mouvement, et le vent a pu passer plus longtemps pour une force érosive. Le mouvement de sable fut plus considérable au cours du Pléistocène que dans l'Holocène. Même la vigueur du relief des surfaces de sable est plus réduite par rapport aux autres territoires de déflation du pays.

Quatre secteurs principaux en danger de déflation peuvent être établies: les environs de Sármellék--Zalavár, le territoire entre Somogysimonyi--Somogyudvarhely, l'espace de Görgeteg--Somogyaracs et le terrain sableux entre Darány--Hencs.

#### 7. Le bassin de Fertő-Hanság

Le bassin d'effondrement de Fertő-Hanság ne dispose pas généralement des propriétés qui caractérisent une espace en danger d'érosion éolienne. Aussi la majorité de la microrégion échappe à la déflation car une nappe phréatique élevée et un milieu naturel humide y sont dominants: tourbe, sols tourbeux, flore et faune particulières. Quelques taches sableuses surgissent quand même de ce monde des marécages. On peut distinguer trois régions en danger d'érosion éolienne: les environs de Fertőboz--Fertőhomok, le territoire situé au Nord de Acsalag, et la contrée de Tárnokrét.



Outre les sept régions énumérées, il existe des surfaces de sable sur d'autres territoires représentés sur les cartes en annexe. Mais ces terrains sableux ne sont pas en danger de déflation ou bien, s'ils le sont, ils ne sont pas continus, mais dispersés, et c'est pourquoi leur recensement dépasserait les cadres d'un dépouillement schématique /a l'échelle de 1/500 000/ de dimension nationale.





Készült az MTA Földrajztudományi Kutató Intézet házi sokszorosítóján /rotaprint eljárással/. Példányszám: 15o. A kiadásért felel: Dr. Pécsi Márton int. igazgató







